



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Diseño y planificación de edificio estándar para
una compañía de infantería y modernización de
las instalaciones existentes en el acuartelamiento
Cabo Noval

Autor

D. Alfonso Martínez Díez del Corral

Director/es

Director académico: D. Roberto Jiménez Pacheco

Director militar: Cap. D. David Allonca Magadán

PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO

RESUMEN:

Debido a la crisis económica que ha sufrido el país en los últimos años, las infraestructuras del ET se han visto afectadas por la falta de fondos y se ha llegado a una situación insostenible. Aprovechando esta necesidad de inversión y renovación se busca poner al mismo nivel que otros organismos y al mismo tiempo amoldarse a la demanda medioambiental actual.

En este proyecto se ha estudiado la situación actual que se vive y la solución planteada por el jefe de estado mayor, para posteriormente hacer un análisis a más bajo nivel de la opinión del usuario y las necesidades reales, siempre teniendo en mente la idea del ahorro económico, energético y el respeto al medioambiente.

Inicialmente se ha estudiado el documento que supone la motivación de este trabajo de manera que justifique los cambios y la inversión propuestas en los capítulos finales.

A partir de la documentación disponible y la generada durante la realización del proyecto se ha estructurado el proyecto de la siguiente manera.

Definición completa y detallada del acuartelamiento en cuanto a edificaciones, facilidades y eficiencia energética. Una vez seleccionadas se dividió en dos bloques principales.

Un primer bloque en el que se trata la construcción de los nuevos edificios y la distribución interior de los mismos, así como los cambios a realizar en los edificios ya existentes para que estos alcancen también unos niveles de comodidad acordes con lo que se busca en el proyecto.

El segundo bloque a su vez, podemos dividirlo en dos. Un sub-bloque que trata todo lo referente a calefacción y agua caliente sanitaria comparando costes y consumos. El segundo sub-bloque trata todo lo referente al sistema de suministro eléctrico con una exposición del consumo actual y una propuesta de mejora a través de placas solares.

De esta manera, aplicando las propuestas se lograrán los dos objetivos del proyecto, mejorar la infraestructura y construir los edificios que faltan, y además ser más respetuosos con el medio ambiente a la vez que logramos ahorro económico

PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO

ABSTRACT:

Due to the economic crisis suffered in our country in the last few years, the infrastructure of the army has been thoroughly affected because of the lack of money invested in maintenances and new structures. Taking advantage of the need for investment, we are looking to step up and not only improve our infrastructures to the actual standard but also to make them environmentally friendly and implement renewable energies in our garrisons.

We started this project studying the actual situation and the proposals made by the supreme general of the army. After this we did a more detailed study, with the idea of thriftiness and respect for the environment, asking the users what their real needs were and what the garrison was lacking.

Initially we studied the actual economic situation and the possibilities to improve so that the changes can be justified. In the finishing chapters we take a closer look at the proposals to improve the garrison.

Starting from the information we had, the project has been structured in the following way.

Identification and selection of the needs of the garrison in terms of edifications and facilities. Once the selection was done, the memory was divided in two main blocks.

The first block is related with everything that has to do with the construction of the new buildings and the distribution of them, as well as the distribution of the already existing ones.

The second block is divided in two, the first one is about hot water and heating and the second one is about electricity. A cost and consume comparison has been carried out in both of them.

Applying these proposals, we will accomplish the two main objectives of the project, on one hand, the modernisation and construction of new buildings and being more environmentally friendly.

PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO

AGRADECIMIENTOS:

He de empezar agradeciendo todo su esfuerzo y dedicación a mi tutor civil, D. Roberto Jiménez Pacheco y al Capitán D. David Allonca Magadán sin los cuales no habría podido realizar este trabajo.

Al Regimiento de infantería el príncipe 3, y en especial al batallón san Quintín por acogerme y ayudarme con todo lo que he necesitado.

A la USAC del acuartelamiento Cabo Noval, especialmente al Subteniente conde por todas las horas que ha dedicado a explicarme todo lo que conlleva el mantenimiento de las instalaciones y la información facilitada que ha sido de gran ayuda.

A la DIACU, y el coronel Martínez Viqueira por facilitarme uno de los documentos que ha sido la base del proyecto.

Debo mencionar también a las empresas INGECO y EUROFRED que han ofrecido su ayuda desinteresada facilitándome presupuestos y propuestas de instalaciones.

Por último, agradecer a todos mis compañeros, familia y amigos que directa o indirectamente han colaborado en que esto sea posible.

PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO

ÍNDICE DE LA MEMORIA:

RESUMEN:	III
ABSTRACT:	V
AGRADECIMIENTOS:	VII
ÍNDICE DE LA MEMORIA:	IX
ÍNDICE DE FIGURAS:	XII
ÍNDICE DE TABLAS:	XIV
LISTA DE ACRÓNIMOS:	XVI
1. INTRODUCCIÓN:	- 1 -
1.1 MOTIVACIÓN:	- 1 -
1.2 OBJETIVOS:	- 3 -
1.3 ALCANCE:	- 4 -
1.4 ESTRUCTURA:	- 4 -
2. METODOLOGÍA:	- 5 -
2.1 METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN:	- 5 -
2.1.1 Entrevistas a usuarios:	- 5 -
2.1.2 Entrevistas con expertos:	- 5 -
2.1.3 Documentación utilizada:	- 6 -
2.2 METODOLOGÍA ESPECIFICA PARA LA PROPUESTA DE INFRAESTRUCTURAS:	- 6 -
2.3 METODOLOGÍA ESPECIFICA PARA LA PROPUESTA ENERGÉTICA:	- 7 -
Calefacción y ACS mediante aerotermia:	- 7 -
Placas solares fotovoltaicas:	- 7 -
3. DESCRIPCIÓN DEL ACUARTELAMIENTO:	- 8 -
3.1 DESCRIPCIÓN DE INFRAESTRUCTURA:	- 8 -
3.2 DESCRIPCIÓN ENERGÉTICA:	- 10 -
4. MEJORA DE LA INFRAESTRUCTURA:	- 14 -
4.1 DETERMINACIÓN DE NECESIDADES:	- 14 -

4.2 PROPUESTA DE MEJORA:.....	- 15 -
4.2.1 Construcción de los edificios 206 y 207:	- 16 -
4.2.2 Alojamientos:	- 19 -
4.2.3 Reforma de los edificios 201, 202, 203, 204 y 205:.....	- 20 -
4.3 ESTIMACIÓN DE COSTE DE LAS MEJORAS:	- 21 -
5. MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA:	- 22 -
5.1 DETERMINACIÓN DE NECESIDADES Y TECNOLOGÍA APROPIADA:	- 22 -
5.2 PROPUESTA DE MEJORA PARA ACS Y CALEFACCIÓN:	- 22 -
5.2.1 Descripción de la alternativa:	- 23 -
5.2.2 Validación del dimensionamiento de la propuesta:.....	- 23 -
5.2.3 Análisis económico de la propuesta:	- 25 -
5.3 PROPUESTA DE MEJORA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA LA OBTENCION DE ENERGÍA ELECTRICA MEDIANTE PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS.	- 28 -
5.3.1 Dimensionamiento y descripción de la alternativa:.....	- 28 -
5.3.2 Análisis económico de la propuesta:	- 30 -
6. CONCLUSIONES:	- 31 -
6.1 CONCLUSIONES DEL TFG:	- 31 -
6.2 TRABAJO FUTURO:.....	- 31 -
BIBLIOGRAFÍA:	- 32 -
PÁGINAS WEB CONSULTADAS:.....	- 33 -
ANEXOS:	- 34 -
ANEXO A: Presupuesto proyecto inicial (edificio compañía).....	- 34 -
ANEXO B: Estimación de costes de mejoras:.....	36
ANEXO C: Presupuesto y propuesta EUROFRED.....	- 37 -
ANEXO D: Leyenda plano (<i>Figura 17</i>).....	- 58 -
ANEXO E: Comparativa entre aerotermia y biomasa. Justificación placas solares.....	- 59 -

PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO

ÍNDICE DE FIGURAS:

FIGURA 1 EVOLUCIÓN DE LOS CRÉDITOS DE INVERSIÓN (CIFRAS EN MILLONES DE €), FUENTE: PAI 2019-2035	- 2 -
FIGURA 2 EVOLUCIÓN DE LOS CRÉDITOS DE MANTENIMIENTO (CIFRAS EN MILLONES DE €), FUENTE: PAI 2019-2035 ...	- 2 -
FIGURA 3 LÍNEAS POSIBLES DE ACCIÓN; EJE "X" MILLONES DE €; EJE "Y" AÑOS, FUENTE: PAI 2019-2035	- 3 -
FIGURA 4 VARIACIÓN BIANUAL DE TEMPERATURA SIERO. FUENTE: PVGIS	- 8 -
FIGURA 5 VISTA AÉREA ORDENACIÓN ACTUAL ACTO. FUENTE: SIGPAC.....	- 9 -
FIGURA 6 PLANTA EDIFICIO 202 PRIMER PISO. FUENTE: PLAN DE MANTENIMIENTO 19-20.....	- 10 -
FIGURA 7 GRÁFICA CONSUMO ELÉCTRICO (kWh). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	- 11 -
FIGURA 8 GRÁFICA CONSUMO GASOL (LITROS). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	- 11 -
FIGURA 9 SUIGE 4. FUENTE: WEB EJÉRCITO DE TIERRA.....	- 12 -
FIGURA 11 LOTE DE ABORDO (EXTERIOR). FUENTE: FOTOGRAFÍA PROPIA.	- 15 -
FIGURA 10 LOTE DE ABORDO (INTERIOR). FUENTE: FOTOGRAFÍA PROPIA.....	- 15 -
FIGURA 12 EDIFICACIONES FUTURAS. FUENTE: SIGPAC.....	- 16 -
FIGURA 13 PLANO PLANTA 0. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	- 18 -
FIGURA 14 PLANO PLANTAS 1 Y 2. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	- 19 -
FIGURA 15 PLANO SÓTANO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (PLANO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO 2019)	- 19 -
FIGURA 16 PLANO EDIFICIO ALOJAMIENTO. FUENTE: PLAN DE MANTENIMIENTO 2019	- 20 -
FIGURA 17 PLANO ALOJAMIENTOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (PLANO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO 2019).....	- 20 -
FIGURA 18 SISTEMA AEROTERMIA. FUENTE: PROPUESTA EUROFRED	- 23 -
FIGURA 19 FANCOIL. FUENTE: GOOGLE IMÁGENES	- 25 -
FIGURA 20 EVOLUCIÓN PRECIO PLACAS SOLARES FOTOVOLTAICAS. FUENTE: WEB HOGARSENSE	- 59 -
FIGURA 21 MEJORAS TECNOLÓGICAS EN PANELES SOLARES. FUENTE: EN LA IMAGEN.....	- 60 -

PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO

ÍNDICE DE TABLAS:

TABLA 1 GASTO TOTAL (EN MILLONES DE EUROS) DESGLOSADO. FUENTE: PAI 2019-2035.....	- 2 -
TABLA 2 EMPRESAS PROVEEDORAS FUENTE: PLAN DE MANTENIMIENTO 2019	- 10 -
TABLA 3 DATOS CALDERAS Y DEPÓSITOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	- 12 -
TABLA 4 RELACIÓN DE INFORMACIÓN DE CALDERAS. FUENTE: PLAN MANTENIMIENTO 2019	- 13 -
TABLA 5 CONSUMOS GASOL/ COSTES REVISIONES + OCA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	- 13 -
TABLA 6 LISTA DE NECESIDADES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	- 14 -
TABLA 7 RELACIÓN DE ESTANCIAS (EDIF. NUEVO). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	- 17 -
TABLA 8 ESTIMACIÓN DE COSTES DE MEJORAS	- 21 -
TABLA 9 COMPARATIVA AEROTERMIA BIOMASA FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	- 22 -
TABLA 10 DATOS ACS POR EDIFICIO Y DÍA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (DATOS DE PROPUESTA EUROFRED)	- 24 -
TABLA 11 CÁLCULOS CONSUMO ELÉCTRICO AEROTERMIA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	- 26 -
TABLA 12 VOLUMEN ALMACENADO EN DEPÓSITOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	- 26 -
TABLA 13 PAYBACK AEROTERMIA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	- 27 -
TABLA 14 AHORRO ANUAL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	- 28 -
TABLA 15 CONSUMO ELÉCTRICO ANUAL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	- 28 -
TABLA 16 CALCULO DE H.S.P MEDIA SIERO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (DATOS PVGIS)	- 29 -
TABLA 17 GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD POR PLACAS ANUAL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA (DATOS PVGIS).....	- 30 -
TABLA 18 PAYBACK PLACAS SOLARES FOTOVOLTAICAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	- 30 -

PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO

LISTA DE ACRÓNIMOS:

Acto.	Acuartelamiento
ACS	Agua caliente sanitaria
BAE	Base, acuartelamiento o establecimiento
Cía.	Compañía
CTE	Código técnico de edificación
CUMAS	Cuadros de Mando
DIACU	Dirección de Acuartelamientos
ET	Ejército de tierra
h.s.p	Horas de sol pico
I T	Instrucción técnica
JEME	Jefe de Estado Mayor del Ejército de Tierra
OCA	Organismo de Control Autorizado
PAI	Plan de acción de infraestructura
RD	Real Decreto
SUIGE	Sub Inspección general
SEJEME	Secretario del jefe de Estado Mayor del Ejército
Stte.	Subteniente
USAC	Unidad de servicio de acuartelamiento

PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO

1. INTRODUCCIÓN:

Inicialmente el objetivo de este proyecto era diseñar un edificio estándar para alojar a una compañía de infantería, aunando todo lo necesario para su funcionamiento.

Para ello se planteó como sería este edificio cuyo concepto partía de una “nave industrial”. En el piso inferior estarían los vehículos, armerías y lotes de los vehículos lo cual no solo implicaría un mayor aprovechamiento de tiempo en el día a día si no que supondría un mayor cuidado de los vehículos al no estar a la intemperie los 365 días del año. En la planta superior se encontrarían las oficinas, salas, duchas, taquillas y demás instalaciones necesarias en un módulo más habitable y separado de la plataforma de vehículos.

El listado completo de los servicios que debería disponer este edificio se elaboró a partir de entrevistas con los usuarios y personal experto.

En base a estas especificaciones, facilitadas a varias empresas locales, se pidieron presupuestos estimados a las mismas. A estos requerimientos respondió solo una empresa con sede en Asturias, Ingenieros construcción y naves. El presupuesto facilitado por esta empresa se encuentra en el ANEXO A.

Sin embargo, tras finalizar esa primera ronda de entrevistas con expertos se detectó que, debido a la normativa vigente, este concepto de edificio no era posible ya que rompía con la norma de zonificación en las BAEs. Por ello hubo que reorientar el objetivo de este Trabajo Fin de Grado (TFG).

Con las entrevistas que se habían realizado y el análisis de la documentación [1], se supo que había planes de años anteriores de construir varios edificios nuevos para solventar carencias originadas por el aumento del número de usuarios de la base. Además, se detectaron carencias en la eficacia y eficiencia de los sistemas energéticos (calefacción y agua caliente sanitaria). Por ello este TFG se reorientó a solventar estos problemas. Esta memoria presenta el trabajo realizado en esta nueva dirección.

1.1 MOTIVACIÓN:

La motivación de este proyecto emana de un documento firmado por el secretario del Jefe de Estado Mayor del Ejército de Tierra (SEJEME) al cual nos referiremos como PAI [2]. Fue facilitado por la Dirección de Acuartelamientos (DIACU).

Este documento hace un estudio del estado actual de las Bases, Acuartelamientos y Establecimientos (BAE) del Ejército de Tierra (ET) a partir de las cuales justifica una fuerte inversión en infraestructura diferenciando entre créditos destinados a inversión y créditos destinados a mantenimiento.

La solución que ofrece es un plan de inversión el cual se prolonga hasta el año 2035 dividido en dos tramos, 2019-2024 y 2025-2035. Este plan de inversión depende en gran medida de la evolución económica del Estado, los presupuestos asignados y la enajenación de terrenos no utilizados pertenecientes al ET.

Los créditos destinados a infraestructura en los últimos 10 años han descendido un 86% en inversión (nueva construcción) y un 65% en el caso de mantenimiento.

Se sabe que se necesitan 50 y 60 millones en inversión y mantenimiento respectivamente, pero debido a este descenso las cifras destinadas a ellos están muy lejos de lo necesario como se observa en la *Figura 1* y la *Figura 2*.

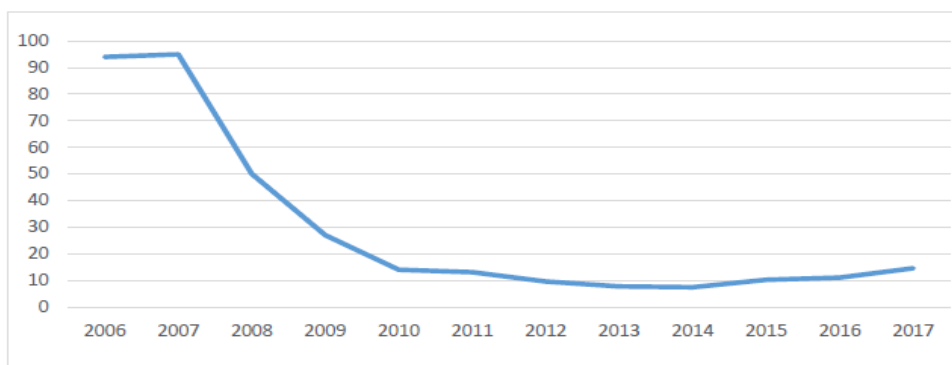


Figura 1 Evolución de los créditos de inversión (cifras en millones de €), Fuente: PAI 2019-2035

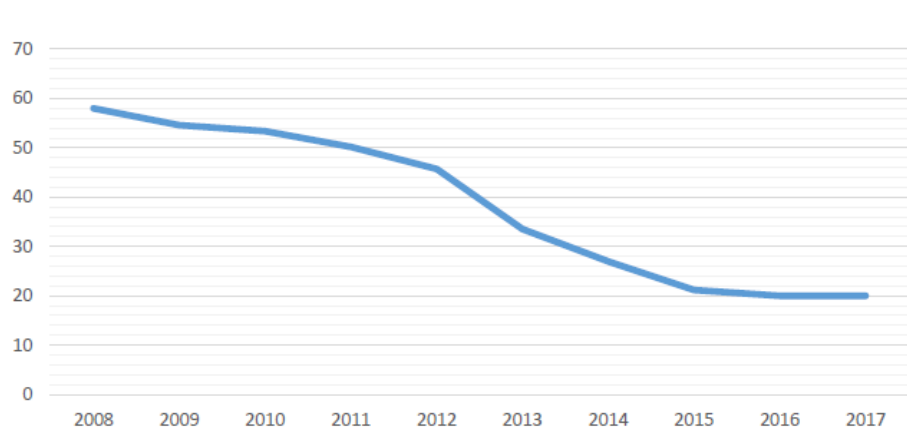


Figura 2 Evolución de los créditos de mantenimiento (cifras en millones de €), Fuente: PAI 2019-2035

En la **Tabla 1**, se muestra la inversión total necesaria para llegar a la cantidad óptima. Se muestra en los dos tramos indicados para mantenimiento e inversión.

El ET necesita anualmente para infraestructura 50 y 60 M€ (inversión y mantenimiento) de forma continuada, pero para llegar a corregir la situación actual de las instalaciones, es necesaria una inversión de:

ET	2019-2024	2025-2035
INVERSIÓN	105	520
MANTENIMIENTO	186	650

Tabla 1 Gasto total (en millones de euros) desglosado. Fuente: PAI 2019-2035

Para alcanzar estas cifras, el estudio plantea en una gráfica tres líneas de acción, considerando la línea roja (o línea más probable) como el “escenario objetivo”. El documento dice lo siguiente sobre esta línea de acción: *En él, ya se produce un incremento desde el 2019. Además, el escenario pretende conseguir lo antes posible el nivel considerado permanente, donde se dispondrá anualmente de unos 50 M€ para inversión y 60 M€ para mantenimiento. Sobre este escenario se plantea la opción que sería deseable de, una vez que se alcance el escenario de 50 y 60 M€, sobrepasar durante unos años ese umbral para la recuperación de la infraestructura, donde se impulsaría la corrección de las deficiencias actuales.*¹

Esta gráfica se muestra en la **Figura 3**.

¹ Texto extraído del PAI 2019-2035



Figura 3 Líneas posibles de acción; Eje “X” millones de €; eje “Y” años, fuente: PAI 2019-2035

Este estudio presenta un panorama el cual invita a realizar una propuesta para modernizar los edificios existentes (mantenimiento y corrección de deficiencias) y construir los que, tanto para los expertos del acto. Cabo Noval [1], [3]–[5] como para el personal (entrevistas), son necesarios.

Por lo tanto, el PAI justifica económicamente este proyecto ya que muestra la preocupación y el conocimiento por parte del JEME del mal estado en el que se encuentran las instalaciones de un gran número de BAEs en todo el territorio nacional.

Además, en opinión de los expertos del acuartelamiento y como resultado de la actual normativa de contratación (explicado más adelante) se cree que el mantenimiento se ha visto perjudicado, provocando por ejemplo una caída de rendimiento de las calderas. Esta bajada de rendimiento, aprovechando el gasto en inversión previsto, se puede frenar cambiando de sistema e instalando un nuevo sistema de energía renovable con el que se consiga ahorrar en costes fijos y variables con respecto al actual sistema de calefacción y ACS.

1.2 OBJETIVOS:

Como se deduce del apartado anterior, es previsible que en los próximos años se pueda acceder a recursos para invertir en las instalaciones de la base. Sin embargo, para poder sacar el mayor provecho posible a estas inversiones es necesario tener planes razonablemente maduros de las mejoras más adecuadas para la base.

El objetivo de este TFG es plantear y diseñar acciones de mejora y modernización de la base en dos ámbitos.

El primero se relaciona con las condiciones de vida y trabajo del personal. Consiste en dotar al cuartel de las infraestructuras necesarias para ubicar a todo el personal de la base y adquirir y mantener el mobiliario, enseres, maquinaria y utillaje necesario para alcanzar unas condiciones de vida en las BAE similares al resto de la administración ([6] página 12). Además, esta infraestructura debe ser moderna y eficiente.

Para lograr estos objetivos explícitos, habrá que abordar dos objetivos implícitos. El primero de ellos será construir la infraestructura que falta para tener al personal ubicado. El segundo objetivo implícito será acometer reformas en los edificios ya existentes para dotarles de unas características lo más parecidas a las de los edificios de nueva construcción.

El segundo ámbito de mejora se relaciona con el aumento de la eficiencia y sostenibilidad energética. Consiste en dotar al acuartelamiento de un suministro energético eficiente basado en energías renovables.

Este nuevo sistema debe suponer, no solo un descenso en las emisiones de CO₂ si no un ahorro económico anual en costes fijos derivados del sistema actual (calderas de gasoil y electricidad de la red eléctrica).

Este TFG en concreto, abordará la modernización de los sistemas de calefacción, ACS y electricidad.

1.3 ALCANCE:

Se busca proponer una solución al problema del acuartelamiento Cabo Noval, al que se ha llegado por la falta de fondos para mantenimiento e inversión en infraestructuras. Se realizan por tanto dos propuestas.

La primera, una propuesta de construcción de edificios necesarios para albergar al personal destinado.

En este ámbito se propondrá una distribución adecuada de los edificios y las facilidades que debería contener, extraídas de las entrevistas.

De esta manera se planteará someramente la distribución deseada en los tres edificios nuevos que se van a construir (dos de compañía y uno de alojamientos). Asimismo, se comentará la manera de proceder con los edificios ya existentes.

Además de esto se hace una propuesta de transición a sistemas de aerotermia y energía solar.

La elección de aerotermia se justifica principalmente por razones cualitativas y por la opinión del personal experto consultado. Por razones de extensión del trabajo, se excluye expresamente del alcance de este TFG una comparación detallada y cuantitativa con otras alternativas.

Tampoco pretende ser parte de este trabajo los cálculos para la ejecución de estructuras, instalaciones, equipos de energía solar fotovoltaica, de bombas de calor o la confección de planos. En caso de que se ejecute alguna de las propuestas, los cálculos detallados se deberán realizar por expertos o empresas adecuadas.

Esta restricción en el alcance se intentará cubrir contactando con empresas especializadas y en caso de que no fuese posible, o su información no estuviera a tiempo, se intentará cubrir con estimaciones basadas en información disponible en bibliografía y otras fuentes públicas.

1.4 ESTRUCTURA:

La estructura seguida en esta memoria sigue un esquema en el que, inicialmente se presenta el documento [7] que supone la motivación y justificación de este trabajo. Posteriormente, se detalla la metodología empleada para llevar a cabo este trabajo, haciendo especial énfasis en las fuentes de información (entrevistas y documentación), así como en los procedimientos empleados para elegir, diseñar y validar las propuestas.

Una vez hechas establecida la metodología se ofrece una descripción completa del acuartelamiento y de sus edificaciones, así como una descripción energética del mismo.

Sobre esa base se proponen dos mejoras, una en el ámbito energético y otra en el ámbito de las infraestructuras basándose en la opinión de los usuarios y expertos.

Conociendo lo que se busca (objetivos) y lo que hay actualmente (descripción) se aborda por separado, la mejora de la infraestructura y la mejora de eficiencia energética. Para ello se analizan primero las necesidades para posteriormente ofrecer una solución y una validación a través de un estudio económico.

Finalmente se funde todo en las conclusiones proponiendo posibles trabajos futuros.

2. METODOLOGÍA:

Se explicará la metodología empleada desglosándola en los tres aspectos que se exponen a continuación.

2.1 METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN:

Las dos fuentes principales de información a la hora de realizar el proyecto fueron las entrevistas con el personal de la base y la documentación obtenida a partir de las mismas.

Con estas entrevistas se buscaron dos resultados muy importantes, el primero fue una serie de características que el personal consideraba que mejoraría su nivel de vida y su día en el cuartel (especialmente los que viven en la residencia). Por otro lado, al realizar también entrevistas con personal experto en mantenimiento e instalaciones del cuartel, estos nos facilitaron una gran cantidad de documentación y conocimientos que ha servido de gran ayuda para fundamentar y realizar importantes fases de este trabajo.

2.1.1 Entrevistas a usuarios:

En un primer momento se decidió realizar entrevistas aleatorias al personal del acuartelamiento (tropa y CUMAS) para conocer su opinión sobre las instalaciones y tomar constancia de los posibles defectos a subsanar. Aunque estas entrevistas se realizaron con el objetivo inicial del TFG (diseñar un edificio para una compañía y todo su material), también sirvieron para establecer unas especificaciones y unos requisitos mínimos que debían tener las instalaciones usadas por la compañía. Esta información será analizada en los apartados 3 y 4 de esta memoria.

Las entrevistas fueron conversaciones abiertas sin un guion establecido. Se realizaron a personal del acuartelamiento de todos los empleos desde soldado hasta capitán. No fueron concertadas ni tenían una duración específica ya que el objetivo era que a lo largo de la conversación ellos solos comentasen las deficiencias que veían o lo que consideraban que podría funcionar mejor.

Al tratarlo de esta manera, era una conversación más cercana y el personal entrevistado no tuvo problema alguno en mantener la conversación.

2.1.2 Entrevistas con expertos:

En esta fase del proyecto se entrevistó a dos expertos, el Capitán D. David Allonca Magadán y el Subteniente Conde.

Las entrevistas fueron conversaciones abiertas, generalmente cortas, pero a lo largo de varios días. En ellas, lo habitual era que se les planteasen las opciones o se les solicitaba información o documentos al experto. Este a su vez daba su opinión sobre las mismas, o aportaba sus propias alternativas.

El Capitán Allonca lleva toda su vida militar destinado en el acuartelamiento por lo que conoce perfectamente al personal y las instalaciones. Actualmente es el jefe de la compañía de apoyo y servicio del batallón San Quintín lo que le permite tener en sus manos información relevante y útil para este proyecto. Por estos motivos se le considera experto.

Tras la entrevista con el Capitán Allonca, el mismo me recomendó hablar con el Subteniente Conde. El Subteniente Conde ha estado destinado 35 años en la USAC Cabo Noval y ha participado en diversos proyectos de reforma y modernización del acuartelamiento. Su puesto de trabajo en la USAC consiste, entre otros en gestionar los contratos con las empresas suministradoras de energía y las empresas de mantenimiento. Fue gracias a la documentación que él facilitó la que esclareció que la propuesta de TFG inicial no era posible.

A partir de este momento mostró un gran interés en el desarrollo del trabajo y fue él quien sugirió la idea de instalar la aerotermia en el cuartel como medio de obtención de ACS y calefacción.

Tras un breve estudio de alternativas, y teniendo en cuenta la climatología de la zona y la sencillez de mantenimiento de este sistema, se decidió dar continuidad a esa idea añadiéndole la instalación de placas solares fotovoltaicas para compensar el incremento del consumo eléctrico.

2.1.3 Documentación utilizada:

Aunque en la bibliografía se encuentran todas las fuentes utilizadas, hay que destacar una serie de documentos que han sido de gran importancia.

El primero de ellos, del que ya se ha hablado anteriormente [2], es el que justifica este proyecto y este respaldo no es únicamente económico. Es la manera del JEME de expresar su preocupación por las condiciones de las BAEs en las que trabaja el personal del ET.

Tras la entrevista con el Subteniente Conde se obtuvieron varios documentos de gran interés. Por un lado, un documento impreso que detallaba el consumo de gasoil para calderas, electricidad, gas natural y agua. Este documento presentaba unas gráficas y unos datos los cuales, cuando ha sido necesario, se han introducido en tablas o gráficas.

También se utilizó la Instrucción técnica 08/19 “Planos directores de las bases, acuartelamientos y establecimientos (BAE) del Ejército de Tierra” [8] de la cual se extrajo la normativa que habla de la zonificación en las BAE del ET de la siguiente manera:

- Zona de vida
- Zona logística
- Zona de Mando
- Zona de instrucción y adiestramiento
- Zona de seguridad y control
- Zona de mantenimiento

Además, sirve como referente para saber qué es lo que está permitido en cuanto a infraestructura y que no lo está.

Otros documentos utilizados en el desarrollo del trabajo y que también fueron facilitados por el Subteniente Conde son los planos directores del acuartelamiento ([5], [9], [10]), los planes de mantenimiento y consumo [11] y los programas de mantenimiento [3], [12], todos estos documentos se refieren únicamente al Acto. Cabo Noval.

Las páginas 11 y 12 del Plano director del acuartelamiento Cabo Noval [5], contienen un listado de “edificaciones futuras”, es decir, planes de construcción de infraestructura nueva. Este listado viene representado posteriormente en un plano en la página 29 de este mismo documento.

Uno de los edificios que se plantea en este plano director es igual que el que se plantea en este proyecto (edificio 206).

2.2 METODOLOGÍA ESPECIFICA PARA LA PROPUESTA DE INFRAESTRUCTURAS:

El proceso para diseñar las nuevas infraestructuras que necesita el acuartelamiento constó de cuatro fases.

La primera consistió en la obtención de información y generación de una lista de necesidades lo más general posible. Para ello se utilizó la información extraída de las entrevistas a los usuarios de la base. Esta lista se presenta en el capítulo 3 aunque se desarrolla y analiza en el capítulo 4 a la hora de definir la propuesta.

En segundo lugar, se mostró esta lista a los expertos para que diesen su aprobación y, si lo hubiesen considerado necesario, añadiesen alguna necesidad que, desde su posición de expertos, estimasen necesaria.

En tercer lugar, esta lista se cotejó con la documentación y la normativa vigente para comprobar que podía llevarse a cabo.

Una vez realizado este proceso, se confecciona la propuesta final, con la supervisión de los expertos y comprobando que cumplía con los requisitos factibles definidos. Esta incluye una descripción de las instalaciones, una propuesta de distribución y un breve presupuesto como anexo en el que se indica los precios de algunas mejoras que se quiere introducir.

2.3 METODOLOGÍA ESPECIFICA PARA LA PROPUESTA ENERGÉTICA:

Este proyecto busca que el cuartel tenga cierta autonomía y sostenibilidad energética en cuanto a electricidad (instalación de placas solares fotovoltaicas) y eliminar el uso de calderas para la obtención de ACS y calefacción.

La manera de proceder para analizar ambas propuestas ha sido la que se expone en los siguientes subapartados.

Calefacción y ACS mediante aerotermia:

Tratándose de un tema técnico complejo y, hasta cierto punto desconocido, el primer paso fue solicitar a una empresa especializada el diseño, dimensionamiento y el presupuesto del sistema a partir de los datos que nos solicitaron.

Como muchas de las webs especializadas en aerotermia prevenían de la alta probabilidad de infra dimensionar este tipo de instalaciones, una vez recibimos esta propuesta se hizo una comprobación del dimensionamiento apoyándose en la “Guía Técnica para agua caliente sanitaria central” [13] y de la “Guía Técnica de Edificaciones” [14], ambas en la bibliografía.

Una vez comprobada esta propuesta se hizo una comparativa entre los dos sistemas, el actual y el propuesto. Está se basó en un estudio económico basado en el cálculo del payback o tiempo de retorno. Se descartaron otros indicadores de inversión como el VAN o el TIR ya que, como se verá, no fue posible acceder a datos suficientemente precisos ni de la situación actual ni de la propuesta.

Placas solares fotovoltaicas:

La propuesta de las placas busca, por un lado, suplir la electricidad extra consumida por parte de la aerotermia y reducir también el consumo eléctrico externo existente.

Inicialmente se sumó la electricidad media consumida actualmente y el consumo estimado de la aerotermia para dimensionar la instalación.

Una vez conocidos estos datos, a través de la página web de la comisión europea PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) y la investigación en internet, sumado a la realización de un curso online de dimensionamiento de instalaciones solares fotovoltaicas se realizó una propuesta de instalación. También se consultaron procedimientos, fórmulas e información en la página web: <https://www.pveducation.org/es>.

Teniendo el consumo medio, y la propuesta de instalación, se realizó un estudio económico basado en el cálculo del payback.

3. DESCRIPCIÓN DEL ACUARTELAMIENTO:

El acuartelamiento Cabo Noval se encuentra situado en el término municipal de Siero, entre las ciudades de Oviedo y Gijón. En esta zona hay clima oceánico que se caracteriza por unas temperaturas suaves y abundantes precipitaciones a causa de la proximidad al Océano. Los inviernos son fríos y los veranos frescos con una oscilación térmica anual pequeña (10 °C de media)².

En la **Figura 4** se muestra la variación de temperatura anual desde el año 2015 al 2017.

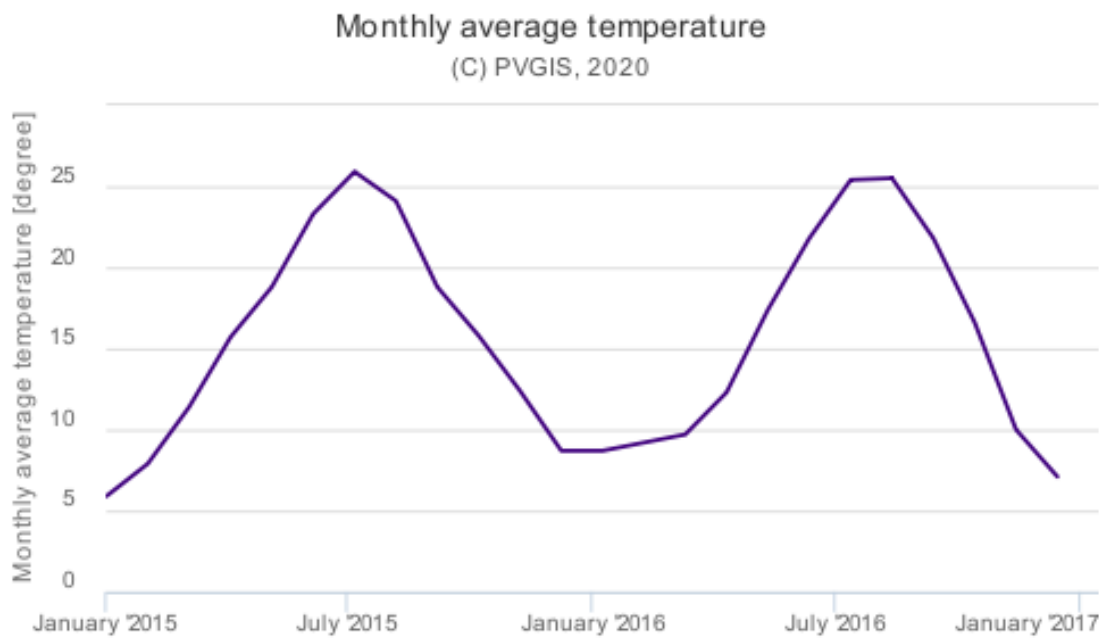


Figura 4 Variación bianual de temperatura Siero. Fuente: PVGIS

El regimiento de infantería El Príncipe Nº 3, lleva acantonado en Siero desde el año 1985. Actualmente los edificios donde vive y trabaja el personal, son los mismos que entonces. Este regimiento lo forman los batallones Toledo y San Quintín y tiene sus orígenes en los tercios de Lombardía siendo uno de los regimientos más antiguos de España.

La descripción del acuartelamiento se centrará en los dos aspectos que influyen en el proyecto, por un lado, una descripción de la infraestructura, haciendo hincapié en los edificios que rodean el patio de armas (zona 500 (amarilla) según la **Figura 5**). Por otro lado, se hará una descripción en términos energéticos analizando obtención de ACS y calefacción y electricidad.

3.1 DESCRIPCIÓN DE INFRAESTRUCTURA:

Para entender lo que a continuación se va a describir nos fijaremos en la **Figura 5** (fotografía aérea) obtenida de la página web del Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas (SIGPAC).

Como observamos en la figura anteriormente indicada, los edificios del 201 al 204 albergan a los dos batallones acantonados en el Acto. Cabo Noval, el batallón San Quintín y el batallón Toledo.

El edificio 205 es la residencia de tropa donde, los soldados que así lo deseen, pueden hacer vida.

Por último, el edificio 101 es el edificio de mando donde se encuentra la plana mayor del regimiento, la del batallón San Quintín y otras facilidades del cuartel como pueden ser la peluquería, la sala de banderas o la cantina de mandos

² Definición extraída de la página web https://www.ecured.cu/Clima_oce%C3%A1nico



Figura 5 Vista aérea ordenación actual acto. Fuente: SIGPAC

Actualmente los batallones tienen sus compañías y PLM distribuidas de la siguiente manera:

- Batallón San Quintín: Edificios 201, y 202. La PLM tiene sus oficinas en el edificio de mando (101).
- Batallón Toledo: Edificios 203 y 204. En este caso la PLM está en el edificio 203.

La distribución y construcción de los edificios se traduce en estancias muy grandes con techos altos y difíciles de calentar. A esto se suma el problema de que, las ventanas son antiguas y por tanto no aíslan del exterior como si lo pudieran hacer unas ventanas nuevas y por tanto en invierno entra el frío y en verano el calor.

Los edificios de las compañías (201-204) son todos iguales, tienen todos tres plantas y un sótano. En cada edificio están alojadas desde 3 hasta 4 compañías. Como ejemplo, en el edificio 202 se encontraban la primera y tercera compañía del batallón San Quintín, la compañía de mando y apoyo y la compañía de servicios del mismo batallón.

Las alas de los edificios son las taquillas y en la zona central se encuentran las oficinas y las duchas y como se muestra en la Figura 6 las alas son simétricas. En el sótano se encuentran las furrielerías, almacenes y aulas.

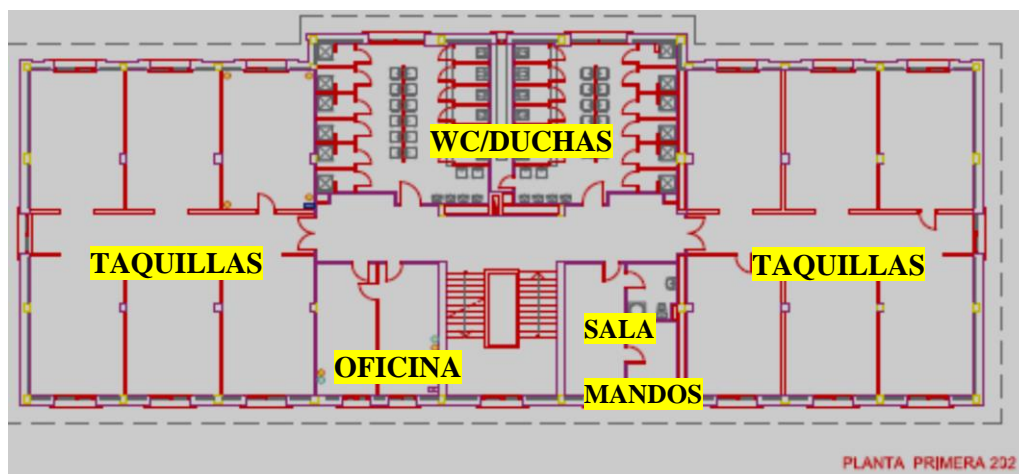


Figura 6 Planta edificio 202 primer piso. Fuente: Plan de mantenimiento 19-20

En las entrevistas con los usuarios, se buscaba saber que quería el personal, para así poder analizar las necesidades reales. Se les pregunto que qué cambios creían que mejoraría sus condiciones laborales.

El personal (desde CUMAS hasta tropa) respondió de manera bastante parecida y a partir de esa información se elaboró la siguiente lista de requisitos:

1. Más agua caliente (normalmente no dura todo el turno de duchas).
2. Reguladores térmicos para la ducha (muchas veces el agua quema, y en verano está caliente).
3. Más capacidad de alojamiento para tropa.
4. Un sistema de calefacción eficiente y que funcione.
5. Armeros en los edificios de las compañías.

Esta lista es un reflejo de las deficiencias de un cuartel antiguo que ha sufrido la falta de inversión generalizada en todas las BAE del ET. [2]

3.2 DESCRIPCIÓN ENERGÉTICA:

En el ámbito energético únicamente trataremos el suministro de electricidad y la obtención de ACS y calefacción. En la **Tabla 2**, sacada del plan de mantenimiento del acto. Cabo Noval 2019 (página 6), podemos ver cuáles son las empresas suministradoras de servicios en el cuartel.

Nº	CONCEPTO	EMPRESA
1	ENERGÍA ELÉCTRICA	UNIÓN FENOSA
2	AGUA POTABLE	CADARSA
3	GAS PROPANO / GLP	REPSOL
4	TELEFONIA	TELEFÓNICA
5	COMBUSTIBLE LIQUIDO (Gasolina, Gasoil)	REPSOL

Tabla 2 Empresas proveedoras Fuente: Plan de Mantenimiento 2019

Suministro eléctrico:

La empresa encargada de suministrar electricidad al cuartel es Unión Fenosa (llamada Naturgy actualmente) y el consumo eléctrico anual del cuartel es el que se muestra en la siguiente gráfica (**Figura 7**) realizada a partir de un documento facilitado por el Subteniente Conde en una de las entrevistas.

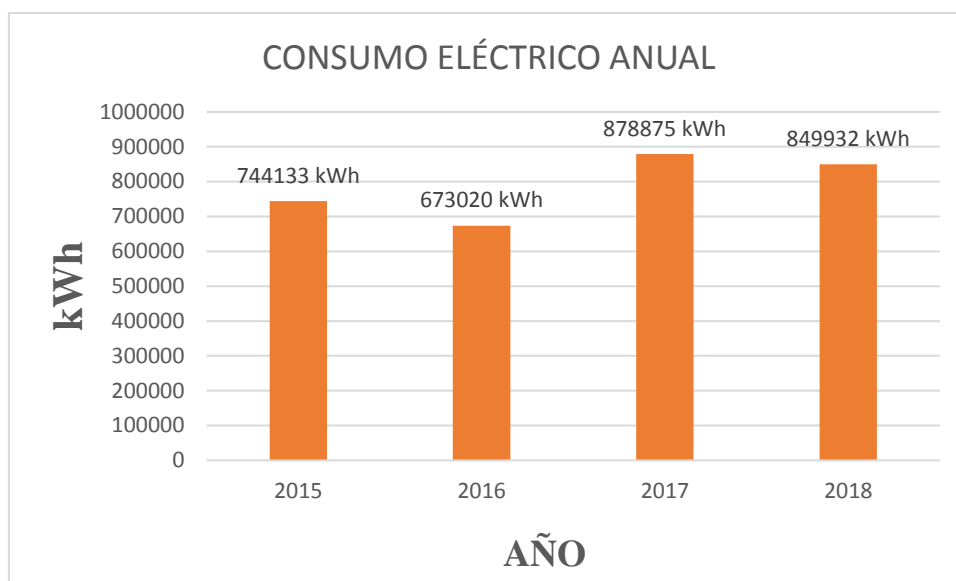


Figura 7 Gráfica consumo eléctrico (kWh). Fuente: Elaboración propia.

Se aprecia un pequeño repunte en el año 2017 y una ligera bajada del consumo (3,2%) en el siguiente año. No fue posible conseguir el consumo del año 2019 debido a que la información fue obtenida en el transcurso de ese mismo año.

El repunte del año 2017 no se debe a motivos meteorológicos ni a la construcción de nuevos edificios y tras investigar las posibles causas de este no se pudo sacar ninguna conclusión que indicase el motivo de este incremento.

Debido a que no ha sido posible conocer las características del contrato de Unión Fenosa para el suministro de energía eléctrica, para cualquier cálculo que se realice, se ha decidido hacer una aproximación calculando el precio medio del kWh en el año 2020. Este precio es 0,1198 € por kWh.

ACS y calefacción:

Actualmente el modo de obtención de agua caliente sanitaria y calefacción es mediante calderas de gasoil. El consumo de gasoil del año 2015 al año 2018 es el que se muestra en la siguiente gráfica (**Figura 8**).

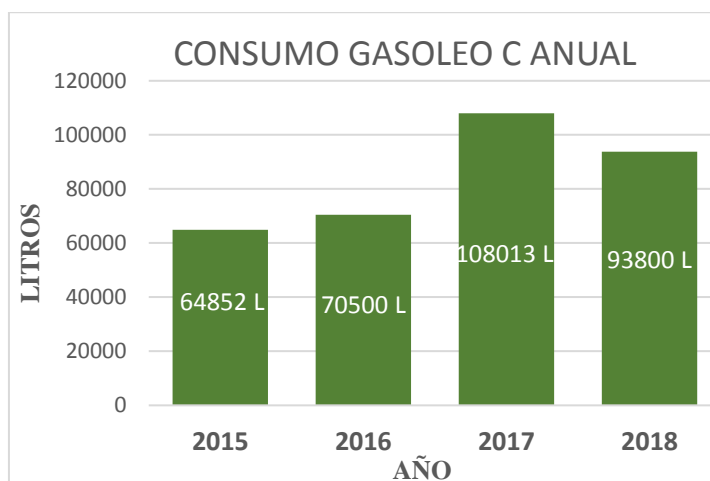


Figura 8 Gráfica consumo gasoil (litros). Fuente: Elaboración propia

Tras realizar un estudio de las variaciones de temperatura a través de la página web de la agencia española de meteorología podemos afirmar que el incremento en el consumo de gasóleo no está relacionado con bajadas de temperaturas en la zona durante los años mostrados.

Este incremento que rompe con el incremento gradual de años anteriores se debe a la construcción y posterior llenado de un nuevo depósito de gasoil.

Para los cálculos se utilizará como consumo anual una media de los cuatro años de la gráfica sumándole un incremento del 10% por la tendencia alcista que se ve en la gráfica.

En total existen 10 depósitos de gasoil en el acuartelamiento que dan combustible a 14 calderas como se indica en la **Tabla 3** (el volumen indicado se trata de volumen almacenado).

	NÚMERO	POT. TÉRMICA INSTALADA
CALDERAS	14	2.077 kW
		CAPACIDAD
DEPÓSITOS DE GASOIL	10	93.900 Litros

Tabla 3 Datos calderas y depósitos. Fuente: Elaboración propia

Cada edificio dispone de una caldera a excepción del edificio 206 (**Figura 5**) que, por ser el bloque de residencias necesita más capacidad de generación de ACS.

Estas 13 calderas en los últimos años han sufrido una caída de rendimiento del 20% como se nos informó en las entrevistas con los expertos.

Este decremento se debe principalmente a dos razones.

La primera es el resultado de la normativa vigente del ET en cuanto a contrataciones. En el año 2012 las contrataciones a empresas externas, en este caso una empresa de mantenimiento de calderas estaba descentralizada. Esto significa que cada BAE se encargaba de sus contratos. Con esta normativa vigente, el rendimiento de las calderas era de un 90% según los datos facilitados por la USAC Cabo Noval.

Actualmente, la normativa estipula que las contrataciones deben estar centralizadas por cada subinspección general (SUIGE). Estos contratos son denominados contratos sectoriales. En este caso, mantenimiento de servicios e infraestructuras.

Ante este cambio de normativa, el contrato para el mantenimiento de las calderas de toda la SUIGE ⁴ le fue otorgado a una empresa con sede en Valladolid. La empresa contratada tiene que dar servicio a todas las BAE del territorio mostrado en la **Figura 9**.



Figura 9 SUIGE 4. Fuente: Web Ejército de Tierra.

Esta empresa realiza mantenimiento en Cabo Noval una vez por semana y si se trata de una emergencia tiene un plazo de 48h para acudir al cuartel (según nos informó el Stte. Conde)

Este modelo de contratación ha provocado, según la opinión de los expertos de la base (mencionados ya en la memoria), una caída del rendimiento.

³ SUIGE noroeste

En segundo lugar, la caída de rendimiento puede deberse a la antigüedad de gran parte de las calderas. Como podemos ver en la **Tabla 4**, la más antigua de ellas fue comprada en el año 1979 y la más nueva es del año 2017. Seis de las 14 calderas fueron adquiridas antes el año 2000.

EQUIPO / INSTALACIÓN	MARCA	MODELO	POTENCIA (KW)	CARACTERÍSTICAS	Nº DE UNIDADES	SITUADO EN EL EDIFICIO / INSTALACIÓN
Caldera	ROCA	TR-3-320	372	S/N:2362 C / 1982	1	101
Caldera	ROCA	CPA-200	232	S/N: 160172811 / 2006	1	201
Caldera	ROCA	TD-150	174	S/N: ND / 1983	1	202
Caldera	ROCA	TD-150	174	S/N: 4436 / 1983	1	203
Caldera	ROCA	CPA-70	81	S/N:160150689/2005	1	204
Caldera	ROCA	CPA-70	81	S/N:160150688/2005	1	204
Caldera	ROCA	CPA-100	116	S/N: 16076474/2001	1	205
Caldera	ROCA	CPA-100	116	S/N:16076473/2001	1	205
Caldera	ROCA	LAURA 20AF	59	S/N:17049988/2005	1	401
Caldera	LIESCOTHERM	OS/D-250E	198	1979	2	401
Caldera	ROCA	NG050	45	S/N: 150072032 / 2001	1	406
Caldera	ROCA	CPA-100	116	S/N: 160193760 / 2007	1	407
Caldera	DE DIETRICH	GT 430-13 DIEMATIC-M3	570	GASOLEO C S/N: 0000190180 / 2017 Quemador M302-5S (S/N:16124978010002)	1	304

Tabla 4 Relación de información de calderas. Fuente: Plan mantenimiento 2019

Según lo investigado en varias páginas web, la vida útil de una caldera de gasoil ronda los 10 años, aunque esta vida útil depende en gran parte del cuidado y mantenimiento de las mismas.

Esta pérdida de rendimiento en las calderas se traduce en un mayor gasto económico tanto en combustible como en mantenimiento (tanto de calderas como de depósitos de gasoil) y OCA⁴.

La **Tabla 5** fue realizada a partir de los datos obtenidos de los diversos documentos facilitados por la USAC a través del Stte. Conde. En ella se puede observar cómo afecta el rendimiento de las calderas al gasto en mantenimiento y consumo (a menor rendimiento de calderas, mayor consumo de combustible para lograr un mismo resultado).

	GASOIL				REVISIONES CALDERAS + OCA (ANUAL)		REVISIONES DEPÓSITOS	
AÑO	2015	2016	2017	2018	2010	2018	2017	2018
CONSUMO	64852 L	70500 L	108013 L	93900 L				
PRECIO MEDIO	0,819 €/L	0,707 €/L	0,738 €/L	0,996 €/L				
COSTE TOTAL ANUAL	53.113 €	49.844 €	79.714 €	93.524 €	4.500 €	9.775 €	1.700 €	2.500 €

Tabla 5 Consumos gasoil/ Costes revisiones + OCA. Fuente: Elaboración propia.

En verde el consumo de gasoil y su precio en euros, y en azul el coste de las revisiones y OCA correspondiente a los años de los que se han podido encontrar datos. Se debe destacar también que el volumen de ACS en acumuladores de cada edificio oscila entre los 1.500 y los 2.000 litros.

Por último, cabe indicar que las estancias del acuartelamiento son calentadas mediante radiadores de alta temperatura y que la obtención y acumulación de agua caliente es independiente en cada edificio.

⁴Los Organismo de Control Autorizado (OCA) son entidades naturales o jurídicas cuya finalidad es la de verificar el cumplimiento de carácter obligatorio de las condiciones de seguridad de productos e instalaciones industriales mediante actividades de certificación, ensayo, inspección o auditorías.

4. MEJORA DE LA INFRAESTRUCTURA:

Una vez conocida la distribución del cuartel y los aspectos a mejorar según el personal que trabaja en él, a lo largo de este capítulo se extraerán las necesidades y se planteará la propuesta.

Como se indica al inicio de la memoria, el objetivo inicial de este proyecto era construir un modelo estándar para un edificio en el que estaría unificado todo el material, armamento y vehículos de la compañía. De esta manera se reducirían los desplazamientos por el cuartel y se ganaría tiempo de instrucción en el día a día. Sin embargo, como se indicó anteriormente, según la normativa actual, indicada en la Instrucción Técnica 08/09 sobre la zonificación en las BAE del ET [8] este proyecto tuvo que ser descartado por completo.

No obstante, se llegaron a pedir presupuestos de este edificio a varias empresas a partir de una descripción somera. Esta descripción le fue dada a la empresa en una llamada telefónica. La empresa me envió un presupuesto estimado que se adjuntará como ANEXO A en la memoria.

Puesto que esa alternativa no era viable, la propuesta que se describe a continuación se enmarca en un concepto de edificios convencionales para un acuartelamiento.

4.1 DETERMINACIÓN DE NECESIDADES:

Estas necesidades se extraerán de la lista confeccionada a partir de las entrevistas con el personal usuario. Esta lista tenía 5 puntos, ya que se procuró en todo momento que contuviese aspectos necesarios y alcanzables, además de tratar estos 5 puntos como pequeños objetivos dentro del apartado de infraestructura (SMART).

Esos 5 puntos que se extrajeron fueron analizados y ampliados por los expertos y posteriormente cotejados con la normativa vigente.

La **Tabla 6** muestra el resultado de este trabajo.

			FUENTE
1	MAYOR ACUMULACION DE ACS	SI	USUARIOS
2	REGULACION TÉRMICA EN LAS DUCHAS	SI	USUARIOS
3	MAS CAPACIDAD DE ALOJAMIENTO	SI	USUARIOS
4	CALEFACCION EFICIENTE	SI	USUARIOS
5	ARMEROS EN LOS EDIFICIOS DE CÍA	NO	USUARIOS
6	VENTANAS AISLANTES	SI	EXPERTOS
7	ALMACÉN LOTES DE ABORDO	SI	EXPERTOS
8	ORDENACIÓN BATALLONES	SI	EXPERTOS

Tabla 6 Lista de necesidades. Fuente: Elaboración propia

Debido a la normativa mencionada en el apartado 2.1 de esta memoria sobre la zonificación[8], el punto 5 es inviable ya que no cumple esta norma. El resto de las especificaciones son posibles y según dijo el Stte. Conde durante las entrevistas, necesarias.

Los puntos 1 y 4 se tratarán en profundidad en el capítulo 5 ya que, aunque los depósitos de ACS y los radiadores (fancoils en este caso) formen parte del mobiliario y de la infraestructura, es más conveniente analizarlos desde el plano energético.

El punto 3 es importante, puesto que los alojamientos de tropa del acto. están completos y no hay espacio para los nuevos soldados que vienen cada año con los ciclos de tropa (entre dos y tres cada

año de 125 personas cada uno). Esto significa que, si cualquiera de los soldados que llega nuevo solicita alojamiento en el cuartel por los motivos que sea, se le tendría que denegar. Un ejemplo de esta situación tuvo lugar durante mis prácticas de mando cuando hubo que alojar a los nuevos soldados en sótanos ya que no había hueco en la residencia y durante el ciclo inicial, se vieron obligados a vivir en el cuartel. Según los expertos, la única solución a este problema es la ampliación de las habitaciones disponibles con la construcción de un nuevo edificio destinado a alojamientos.

El punto 8 cobra una gran importancia ya que implica una gran inversión pero que revertirá directamente en el día a día del personal del cuartel y mejorará en gran medida la operatividad de las unidades. Actualmente, como ya se ha comentado, la capacidad de los edificios está al límite y no permite que haya una sensación de pertenencia a una unidad porque las compañías están mezcladas. Para solucionarlo, la única opción pasa por el aumento del número de edificios disponibles para las unidades. Estos nuevos edificios permitirían una ordenación más lógica (que se propone en esta memoria) y solucionarían la aglomeración de personal en edificios que al final se traduce en incomodidad y pérdida de eficiencia.

El punto 2 se solucionará mediante la adquisición de grifos temporizadores con regulador térmico para las duchas. Esto permitirá al personal elegir la temperatura del agua con la que se duchará respondiendo así a una de las necesidades que planteaban.

Otra propuesta sugerida por el personal experto y que se ha incluido en el proyecto es la instalación de nuevas ventanas aislantes en todos los edificios del acto. Parte del incremento en el volumen de gasoil consumido se achacaba a que las ventanas eran muy antiguas y el frío entraba en las estancias del cuartel a través de ellas.

Por último, se trasladarán los lotes de a bordo de los vehículos a almacenes en los sótanos de los edificios. Actualmente estos lotes se encuentran en contenedores en el parque de vehículos. Trasladándolos al edificio estarán más cerca y además en unas condiciones mejores. En la **Figura 10** y la **Figura 11** se puede observar la situación actual de estos lotes.



Figura 10 Lote de abordó (exterior). Fuente: Fotografía propia.

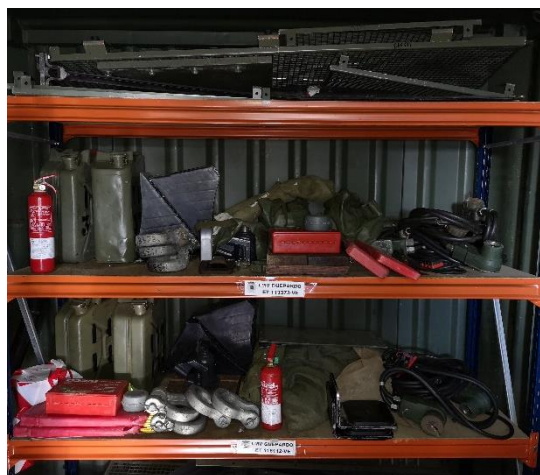


Figura 11 Lote de abordó (interior). Fuente: Fotografía propia

4.2 PROPUESTA DE MEJORA:

Para solventar los problemas etiquetados como 3 y 8 de la **Tabla 6** se propone la construcción de tres nuevos edificios. Dos de ellos serán destinados a las compañías, que serán nombrados 206 y 207 y otro, el 208, destinado a alojamiento. Se construirán siguiendo la estética del cuartel y manteniendo la simetría en torno a la plaza de armas como se observa en la **Figura 12**. En la figura, rodeado en color verde, se indica dónde estaría situado cada batallón junto con su residencia correspondiente. Teniendo el mismo número de edificios a cada lado de la plaza de armas, se reubicará a las compañías de manera que cada batallón este a un lado con todo su personal y medios concentrados.

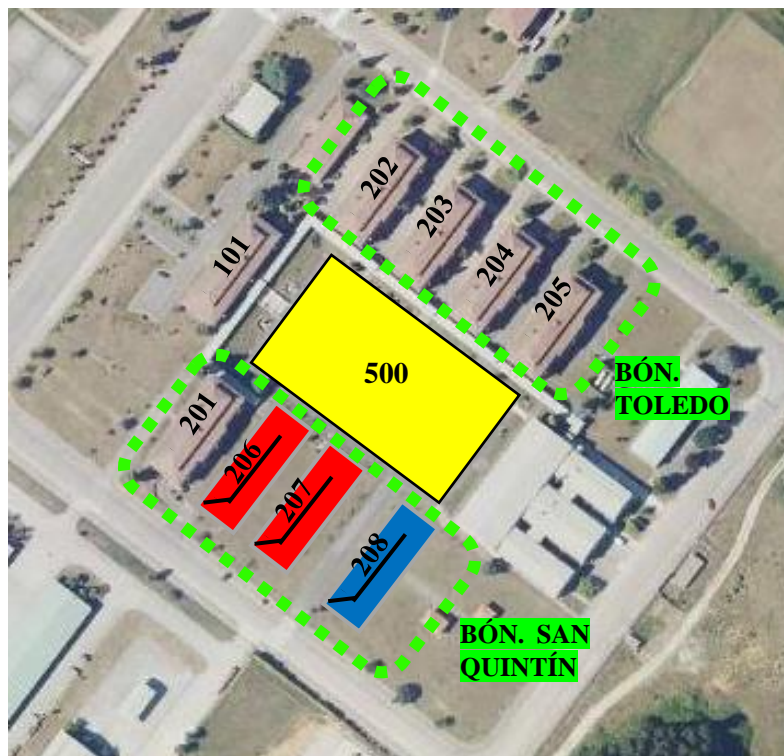


Figura 12 Edificaciones futuras. Fuente: SIGPAC

De esta manera se tendrá a los dos batallones con sus compañías reunidas y se reducirá la aglomeración de personal en los edificios reduciendo desde las 3 o 4 compañías por bloque que hay actualmente a únicamente 2 por edificio.

Con dos edificios nuevos de compañía (más los 4 ya existentes) y dos compañías por edificio se consigue alojar a las 10 compañías, la PLM del Toledo y la USAC. En total 12 unidades a alojar.

De esta manera, las necesidades extraídas se traducen en las siguientes propuestas de mejora de las infraestructuras:

1. Construcción de dos nuevos edificios (206 y 207 coloreados en rojo) para reubicar a las compañías de ambos batallones. En este caso se ha decidido que los dos edificios nuevos los ocupe el batallón San Quintín (junto con el edificio 201) que estará ubicado en ese lado del patio. Además, como la PLM del batallón se mantendrá en el edificio 101. En este lado también estará la USAC de la base.
2. Construcción de un nuevo bloque de residencias para tropa (208 coloreado en azul).
3. Dotar tanto a las edificaciones nuevas como a las ya existentes (en la medida de lo posible) de las mismas facilidades y mejoras tratando de adaptarlas en la medida de lo posible a los edificios ya construidos.

Sumado a estos tres puntos, se procurará incorporar en todos los edificios existentes el nuevo sistema de suministro eléctrico, ACS y calefacción (analizado en el apartado 5 de la memoria). Lógicamente, los edificios nuevos ya serán construidos teniendo en cuenta este sistema.

4.2.1 Construcción de los edificios 206 y 207:

Gracias a la construcción de estos dos edificios se podrá alojar a dos compañías por edificio. De esta manera cada batallón tendrá tres edificios donde se ubicarán las 5 compañías (3 compañías de fusiles, compañía de servicio y la compañía de mando y apoyo) y la plana mayor⁵ (en el caso del batallón San Quintín, la plana mayor seguirá ubicada en el edificio de mando (101)).

⁵ La plana mayor de un batallón la compone personal de las diferentes secciones, S1 (personal), S2 (inteligencia), S3 (operaciones) y S3 (logística) y el despacho del Teniente Coronel, por lo que ocupa el espacio equivalente a una compañía.

Las dimensiones de los nuevos edificios serán las mismas que la de los ya existentes: 40 x 20 metros y tres plantas más sótano.

Cada edificio dispondrá de las facilidades necesarias para el normal funcionamiento de una compañía de infantería, esto es, un almacén donde guardar el equipo de combate, aulas para clases y teóricas, despachos, zona deportiva, duchas y taquillas.

En la Tabla 7 se muestran las estancias consideradas esenciales en estos edificios, validada por la USAC Cabo Noval.

RELACIÓN DE ESTANCIAS EN EDIFICIOS DE CÍA			
NOMBRE ESTANCIA	DIMENSIONES APROXIMADAS (Aforo)	NÚMERO POR EDIFICIO	JUSTIFICACIÓN
SALA TÁCTICA	20 PAX	2	ANALOGÍA EDIF EXISTENTE
DESPACHO CAPITÁN	3 PAX	2	ANALOGÍA EDIF EXISTENTE
VESTUARIOS CUMAS	6 PAX / 12 PAX	2	ANALOGÍA EDIF EXISTENTE
VESTUARIOS TROPA	30 PAX	6	ANALOGÍA EDIF EXISTENTE
FURRIELERÍA	-----	2	ANALOGÍA EDIF EXISTENTE
ALMACEN LOTES A BORDO	-----	1	INDICACIÓN EXPERTO
AULAS CÍA	90 PAX	2	ANALOGÍA EDIF EXISTENTE
CANTINA	15 PAX	2	SE USABA UNA HABITACION NO ACONDICIONADA

Tabla 7 Relación de estancias (edif. nuevo). Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se describirá el nuevo modelo de edificio planta a planta adjuntando un plano de cada una.

PLANTA 0 (O PLANTA DE CUMAS):

El piso bajo estará dividido en dos alas, a cada compañía le corresponderá una y en cada ala habrá lo siguiente:

- El despacho del capitán junto con el de su plana (auxiliar y dos soldados/cabos). Además, contiguo a su despacho el Capitán tendrá una pequeña habitación con su taquilla y su ducha particular. También dispondrá de una pequeña sala de reuniones con capacidad para 6 personas⁶ máximo.
- Sala de mandos o sala táctica. En esta sala se realizarán las labores de planeamiento, mantenimiento y tareas administrativas por parte de los cuadros de mando. También se usará como habitación de descanso y reunión (por ejemplo, Teniente con sus Sargentos). Esta sala dispondrá de ordenadores con acceso a la intranet de defensa.
- Comunicando con la sala táctica, habrá dos habitaciones. La primera de estas dos habitaciones será la sala de taquillas, duchas y WC de los jefes de sección y el auxiliar de la compañía. La capacidad de esta será de 6 personas y habrá dos duchas. La segunda habitación tendrá las taquillas de los Sargentos (12 en total) y seis duchas además de los

⁶ En las reuniones con el Capitán suelen acudir los jefes de las tres secciones, el auxiliar y a veces puede convocar personal por diversos motivos. 6 personas es el aforo que se ha considerado adecuado.

correspondientes WC. El número de duchas en cada habitación se decidió para que se pudiesen duchar en dos turnos.

En total en cada ala habrá 8 duchas y 18 taquillas individuales. Es importante remarcar esto para calcular los presupuestos.

Podemos observar la distribución de una de las alas en la **Figura 13**.

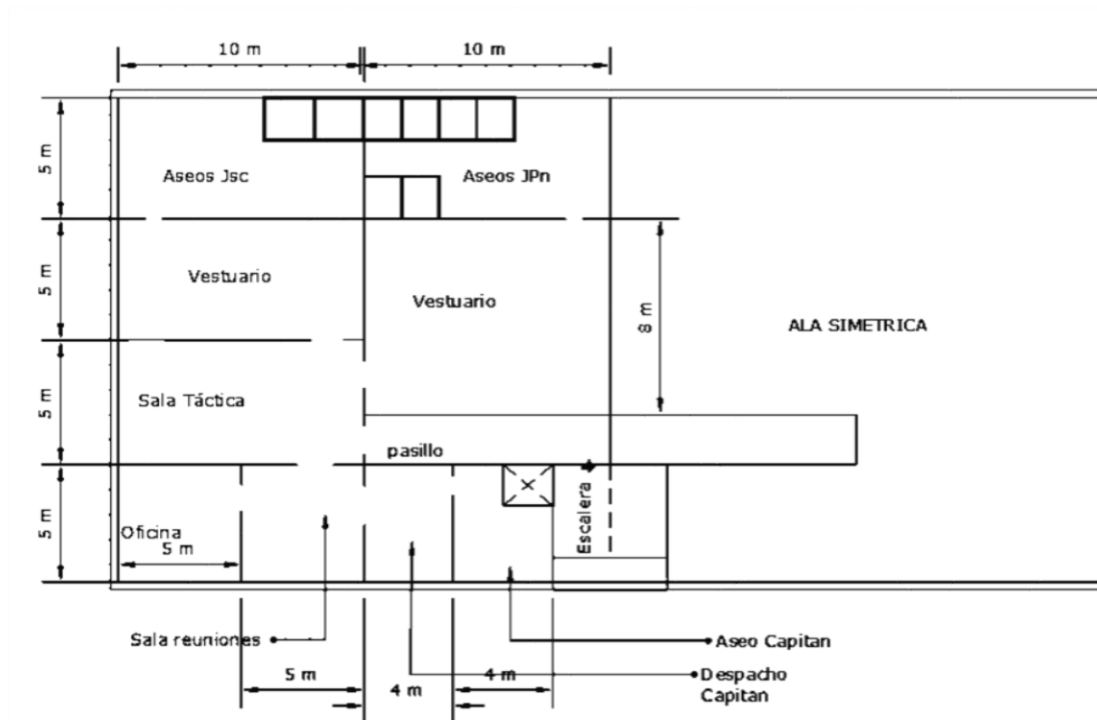


Figura 13 Plano planta 0. Fuente: Elaboración propia.

PLANTAS 1 Y 2:

Estas dos plantas serán iguales y en cada una se ubicará al personal de una compañía. Cada piso dispondrá, como se muestra en la Figura 14 de las siguientes instalaciones:

- Furrielería, donde se guardará el equipo de combate del personal, así como el material colectivo perteneciente a la compañía.
- Cantina, que será la zona de descanso donde se podrán adquirir bebidas, snacks y bocadillos. Esta cantina es un elemento importante en las unidades ya que el beneficio obtenido en la misma revierte sobre la compañía.
- Aula multiusos de compañía, con capacidad para cuarenta personas. Dispondrá de una pared corrediza de manera que pueda dividir el aula en dos. El uso que se le dará variará desde clases teóricas hasta limpieza de armamento.
- Dos complejos de duchas y tres vestuarios con taquillas (uno por sección). En total habrá 30 duchas (10 por sección) de manera que en tres turnos se puede haber duchado cada sección. Las duchas dispondrán de grifo temporizador con regulador térmico.

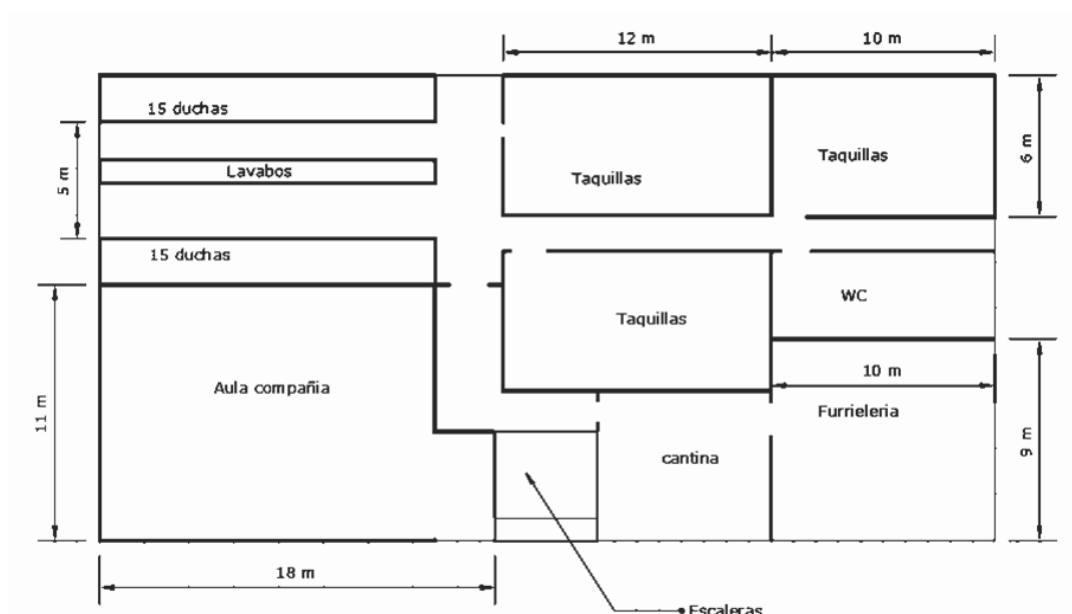


Figura 14 Plano plantas 1 y 2. Fuente: Elaboración propia.

El número de duchas a instalar se estimó teniendo en cuenta el personal encuadrado en cada sección y los horarios (las secciones no suelen acabar educación física o instrucción a la vez). Por tanto, se ha considerado que 30 duchas es el número óptimo para agilizar los turnos de duchas y cubrir las necesidades del personal.

SÓTANO:

El sótano será como se muestra en la **Figura 15**, y se harán los siguientes cambios:

- Habilitación de una sala como almacén de lotes de a bordo.
- Sala de entrenamiento tipo box de crossfit. Esto estará en una sala diáfana que tiene acceso directo a la calle mediante una puerta en el lateral. Esta sala se acondicionará instalando suelo acolchado, estructuras metálicas multiusos (llamados power racks), barras olímpicas y discos, TRX, cajones pliométricos y todo el material que la compañía considere necesario (presupuesto estimado en ANEXOB).
- En el sótano también estarán los acumuladores de ACS.

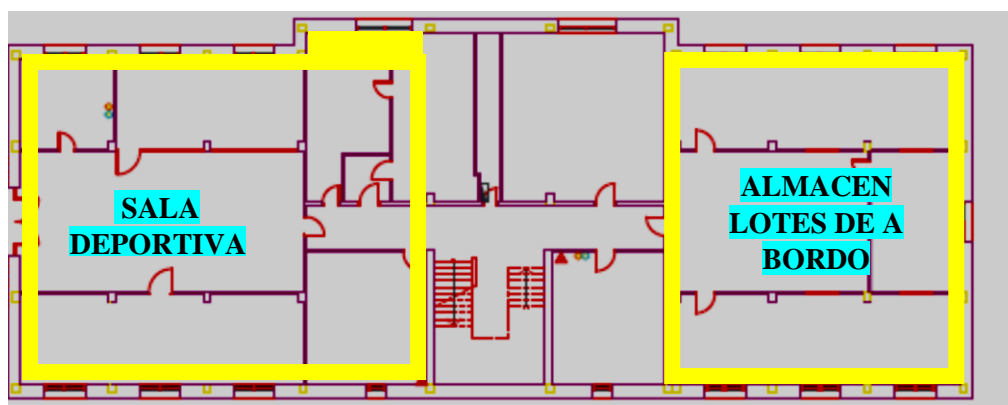


Figura 15 Plano sótano. Fuente: Elaboración propia (plano del plan de mantenimiento 2019)

4.2.2 Alojamientos:

En cuanto a alojamientos hay que diferenciar entre el edificio existente y el de nueva construcción.

Los ya existentes no han dado ningún problema ni el personal alojado tiene ninguna queja por lo que los cambios se limitarán (los cambios a tratar en el apartado infraestructura) a las ventanas nuevas.

Respecto al edificio nuevo, será exactamente igual que el ya existente, será construido cumpliendo las exigencias extraídas de la lista en la **Tabla 6**.

Se buscará mayor eficiencia energética mejorando el aislamiento de las paredes, implementando el uso de los fancoils. Exterior e interiormente serán igual que en edificio 205. Se adjuntan la **Figura 17** y la **Figura 16** con el plano interior y el exterior (la leyenda de la **Figura 16** se adjunta en el ANEXO D).

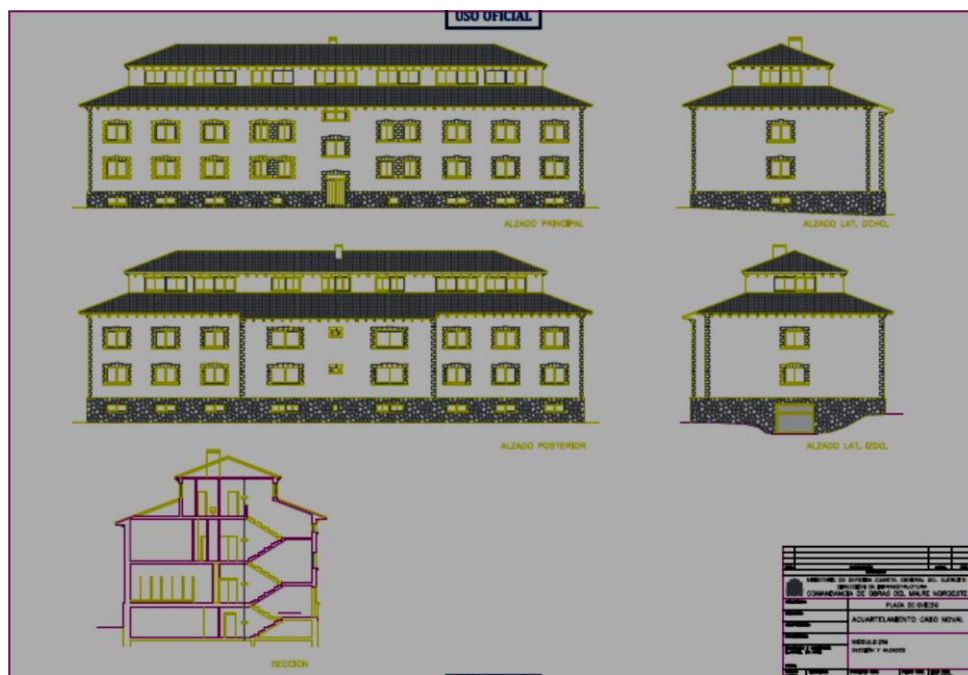


Figura 16 Plano edificio alojamiento. Fuente: Plan de mantenimiento 2019

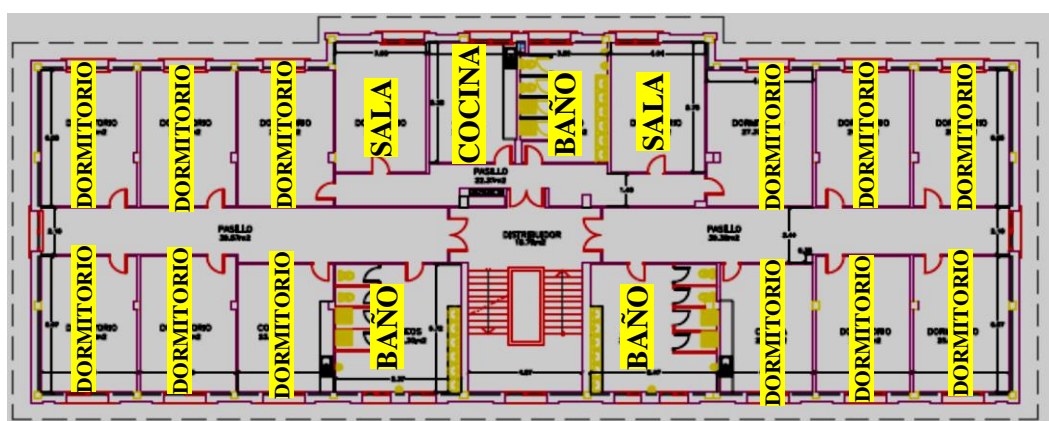


Figura 17 Plano alojamientos. Fuente: Elaboración propia (plano del plan de mantenimiento 2019)

4.2.3 Reforma de los edificios 201, 202, 203, 204 y 205:

En este subapartado se hace referencia a los edificios que ya están construidos (201-205) en el acuartelamiento y los cuales, debido a motivos presupuestarios, en vez de derribarse simplemente serán reformados (el interior) para reunir las mismas condiciones y características que los de nueva construcción en la medida de lo posible.

En lo que respecta a estos edificios, se intentará derribar las paredes existentes e implementar en ellos la nueva distribución en la medida que la estructura del edificio lo permita.

Por último, sería conveniente instalar en esos edificios grifos con pulsador regulable de temperatura (sugeridos por los usuarios de la base) y sustituir las ventanas para mejorar la eficiencia energética de los edificios (sugerido por los expertos).

4.3 ESTIMACIÓN DE COSTE DE LAS MEJORAS:

Durante la elaboración del TFG se contactó con varias empresas de la zona solicitando un presupuesto estimado tanto para la reforma como para la construcción de los edificios nuevos.

No se dispone de presupuesto real para esta obra ya que las empresas consultadas no respondieron a la solicitud de información, no obstante, la confección del diseño constructivo y el presupuesto definitivo escapa del alcance de este proyecto y por eso no se ha llevado a cabo.

Además de solicitar presupuestos a estas empresas para estimar el precio del edificio, también se elaboró a partir de la lista de necesidades un presupuesto de adquisiciones orientativo que se muestra en la **Tabla 8**. Este presupuesto incluye el coste estimado de otras mejoras menores en infraestructura que se han ido comentando, en concreto de las derivadas de los problemas 2 y 6 de la **Tabla 6**. También se ha adjuntado en mayor tamaño como ANEXO B.

Artículo	Coste unitario	Cantidad	Enlace	TOTAL
Pulsador regulable	147,00 €	660	1	97.020,00 €
Ventanas aislantes	280,00 €	486	ventanas climalit	136.080,00 €
			TOTAL	233.100,00 €
porp.es/comprar/grifo-pulsador-temporizado-mezclador-para-ducha-presto-alpa-80-negro.html?id_product				1

Tabla 8 Estimación de costes de mejoras⁷

⁷ LINK DE LA IMAGEN: https://gruporp.es/comprar/grifo-pulsador-temporizado-mezclador-para-ducha-presto-alpa-80-negro.html?id_product_attribute=0

5. MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA:

Como ya se ha indicado anteriormente, este trabajo también busca mejorar la eficiencia energética y la autosostenibilidad del cuartel a través de un sistema de energías renovables como son en este caso la energía solar y la aerotermia.

Implementando este sistema, no solo se logra reducir el gasto si no que se reducen las emisiones y se logra cierta independencia energética.

5.1 DETERMINACIÓN DE NECESIDADES Y TECNOLOGÍA APROPIADA:

Como alternativa al sistema actual basado en calderas de gasoil, se plantean distintos métodos de obtención de ACS y calefacción que puedan considerarse como energías renovables.

Desde un primer momento el Stte. Conde (personal experto) sugirió la aerotermia ya que él ya había investigado sobre este método de obtención de calor y lo consideraba el óptimo para el cuartel, por su facilidad de instalación, los reducidos costes de mantenimiento y por el ahorro en combustible sólido/líquido.

Se realizó un breve estudio comparativo entre ambas que se adjunta en el ANEXO E y en el que se explica de manera mas detallada los aspectos de la **Tabla 9**.

	AEROTERMIA	BIOMASA
ALMACENAMIENTO COMBUSTIBLE	NO	SI
EMISIONES DE CO2	BAJAS	BAJAS
COMBUSTIÓN	NO	SI

Tabla 9 comparativa aerotermia biomasa Fuente: Elaboración propia.

Para la producción de energía eléctrica se decidió usar placas solares fotovoltaicas instaladas en los tejados de los edificios.

Siguiendo con la línea de energías limpias y ahorro energético, se dotara a cada edificio de placas solares de manera que estas abastezcan a los generadores de aerotermia y proporcione energía a los edificios en la medida de lo posible generando ahorro energético y, en el caso de que “sobre” electricidad se vuelque a la red eléctrica como contempla el ultimo *Real Decreto “244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica”*.

Gran parte de los datos usados en la propuesta de instalación han sido extraídos de la ya mencionada PVGIS, en concreto de la herramienta web que a continuación se adjunta:

https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html

La justificación detallada de la elección de placas solares fotovoltaicas se muestra también en el ANEXO E.

5.2 PROPUESTA DE MEJORA PARA ACS Y CALEFACCIÓN:

La alternativa que a continuación se expone consiste en la instalación de bombas de calor y acumuladores combinado con el uso de fancoils sustituyendo a los radiadores de alta temperatura. La propuesta contempla la sustitución de los sistemas actualmente existentes en los 6 edificios antiguos (201-205 y el 101) por el nuevo sistema basado en aerotermia.

Se considerarán similares los 6 edificios en lo que a necesidades térmicas se refiere.

5.2.1 Descripción de la alternativa:

El diseño de la alternativa ha correspondido a la empresa EUROFRED, especialista en sistema de aerotermia. Su propuesta fue elaborada a partir de la información que se le facilitó sobre necesidades de uso del sistema.

Para lograr la producción de ACS deseada se proponen 12 bombas de calor (dos por edificio) aire agua AQUATERMIC HT 48 (de 48,6 kW de potencia calorífica) con refrigerante R744 (CO₂). Estas bombas de calor son idóneas para la zona geográfica en la que nos encontramos ya que se logran conseguir temperaturas de agua de hasta 90 grados incluso con temperaturas exteriores de -5 grados.

También se duplicará el volumen de agua acumulada por edificio hasta los 6.000 litros para satisfacer la demanda en los picos de uso desechando los antiguos e instalando los 36 nuevos de 1000 litros cada uno. En la **Figura 18** extraída de la propuesta facilitada por la empresa EUROFRED se puede observar el modo de funcionamiento de este sistema.

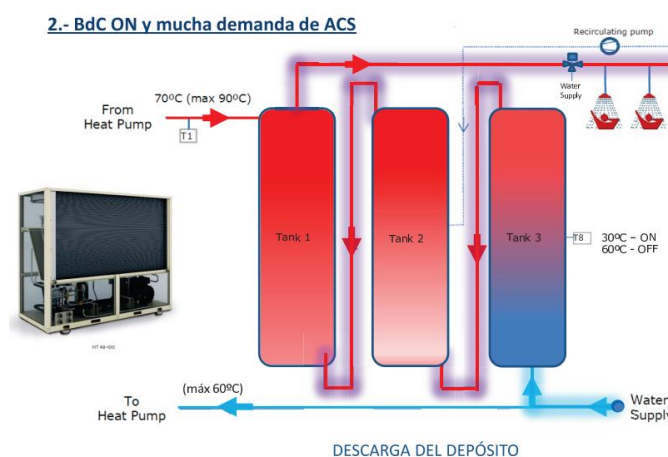


Figura 18 Sistema aerotermia. Fuente: Propuesta Eurofred

Para la calefacción que se instalarán 12 bombas de calor marca CLINT modelo CHA/K/WP/SP 262, con una potencia calorífica de 80,3 kW. Esta bomba de calor estará conectada a los fancoils. El funcionamiento de esta bomba es similar al de las bombas de calor de ACS. Se trata de una bomba de calor aire-agua. En la bomba se calienta el agua y esta fluye a través de un circuito hasta el fancoil en el que se produce un intercambio de calor agua-aire elevando la temperatura del aire que saldrá del fancoil para calentar la estancia.

Se instalarán en total 40 fancoils de 20,8 kW de potencia.

5.2.2 Validación del dimensionamiento de la propuesta:

Para validar la propuesta ofrecida por la empresa EUROFRED se traspasaron los datos relevantes de su documento [16] a una **Tabla 10** y se fue cotejando siguiendo la metodología indicada en la Guía Técnica de Agua Caliente Sanitaria Central [13] y con el documento Prestaciones Medias Estacionales Bombas de Calor del IDAE. [17]

En esta tabla se muestran los datos por edificio y día.

Comprobación de la propuesta de la empresa (Cálculo por edificio)		
Volumen nominal del depósito	6.000,00	litros
Factor de uso de acumulador	0,7	
Volumen util del depósito	4.200,00	litros
Rendimiento equipo producción ACS	0,9	
T_ACS objetivo	60	°C
T_Suministro	12	°C
T_Acumulación	60	°C
Personas por edificio	190	
Consumo/persona a 60°C	28	litros/pax
Caudal de agua diario a 60°C	5.320,00	litros
% de consumo en punta	1	
Duración de la punta	1	h
Q punta (caudal necesario en hora punta)	5.320,00	litros
Energía necesaria en hora punta	329.130,67	Wh
Máxima energía disponible en depósitos	259.840,00	Wh
Energía adicional en hora punta	69.290,67	Wh
Potencia calorífica nominal de la máquinas	69,29	kW
Tiempo de funcionamiento de calderas	6,36	h

Tabla 10 Datos ACS por edificio y día. Fuente: Elaboración propia (datos de propuesta EUROFRED)

De la anterior tabla se debe explicar que se ha tomado un consumo en hora punta del 100% ya que, debido a la forma de trabajo en el cuartel, se espera que la demanda de ACS se concentre en muy poco tiempo (por ejemplo, fin de la jornada laboral o después de la hora de deporte).

Otro dato a destacar es el consumo de agua caliente por persona. Este dato de agua, calculado a una temperatura de 60°C (normalmente consume más litros al mezclarlo con agua fría) junto con la temperatura de suministro son importantes a la hora de calcular la energía necesaria.

Los datos de la tabla expuestos hasta aquí se obtienen del documento de propuesta enviado por la empresa. Los datos que a continuación se muestran son cálculos de elaboración propia para verificar la propuesta.

Como resultados más relevantes de este cálculo tendremos la potencia calorífica nominal de las máquinas, que es de 69,29 kW y un tiempo de funcionamiento de calderas de 6,36 horas. Este último dato es el tiempo que deben trabajar las máquinas (en este caso las bombas de calor) para producir el agua caliente necesaria que cubra la demanda en la hora punta.

Esta potencia calorífica de máquinas justifica el dimensionamiento ofrecido por la empresa (dos aerotermos de 48,6 kW cada uno) que supone 97,2 kW de potencia calorífica. Este sobredimensionamiento permite cubrir las bajadas de rendimiento⁸ que tienen estas máquinas cuando el clima es frío más frío y húmedo de lo habitual.

Con estos datos, concluimos que la propuesta de la empresa es acertada y lógica. Por tanto, se instalarán dos aerotermos en cada edificio sumando un total de 12.

Para la calefacción se instalarán 12 bombas de calor marca CLINT con una potencia calorífica de 80,3 kW cada una. Esto suma una potencia calorífica total de 963,3 kW. Para transferir este calor al interior de los edificios la empresa propone la instalación de 40 fancoils (o radiador de baja

⁸ Esta bajada de rendimiento se debe a que, cuando hay mucha humedad y el clima es demasiado frío, la máquina invierte el ciclo para derretir la escarcha que se forma en los intercambiadores de calor.

temperatura). Su funcionamiento es similar a un aire acondicionado y trabaja mediante el intercambio de calor agua-aire (**Figura 19**).

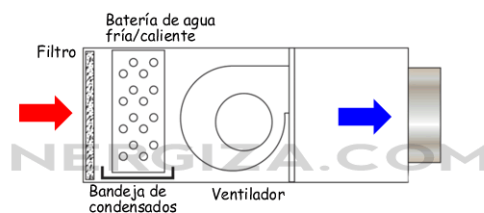


Figura 19 Fancoil. Fuente: Google imágenes

Si debemos calefactar una superficie de 11.000 metros cuadrados y la potencia calorífica media en Asturias por m² es de 80 W por metro cuadrado, en total se necesitarán 880 kW.

Cada fancoil propuesto tiene una potencia calorífica (se trata de capacidad de transferencia de calor) de 22,8 kW⁹. Por lo tanto, con los 40 fancoils que propone la empresa se cubre la demanda sobradamente obteniendo 912 kW de potencia térmica. Son capaces de transferir al interior casi el 100% de la potencia máxima de los aerotermos.

Por tanto, concluimos que la propuesta que se nos ofrece es razonable.

5.2.3 Análisis económico de la propuesta:

Para realizar el análisis económico a partir del cálculo del payback, es necesario conocer el ahorro que se consigue implantando este sistema.

En el documento de propuesta de la empresa [16], indica que la potencia requerida para las especificaciones dadas es de 403.658 MJ (112.136,192 kWh) solo para ACS. Si dividimos esta cantidad entre el SPF obtenemos la energía eléctrica consumida por los aerotermos para ACS sin tener en cuenta la calefacción (consumo eléctrico ACS).

Sin embargo, al no conocer la eficiencia energética de los edificios, no es posible calcular la energía necesaria para calefacción. Por ello, se ha realizado una aproximación basada en un dato que, si ha sido posible conocer, el consumo anual de gasoil.

El anterior sistema consumía gasoil para generar potencia calorífica, en el caso de los aerotermos se utilizan electricidad.

La generación de ACS y calefacción mediante bombas de calor conlleva un consumo eléctrico. La ventaja de este sistema es que con rendimientos de cerca del 400% (COP = 4), 1 kWh de energía eléctrica produce 4 kWh de potencia calorífica.

Este consumo eléctrico extra debe tenerse en cuenta a la hora de comparar costes. En la **Tabla 11** se muestran los cálculos realizados para hallar el consumo eléctrico que supone la aerotermia.

Para los cálculos realizados en la tabla anterior se utiliza el factor de conversión que relaciona los litros de gasoil con la energía generada al quemarlos (10,96 kWh/litro).

Consumo TOTAL de Gasoleo	Factor conversion L gasoleo a kWh	Energía total consumida (ACS + calefacción)	Estimación de consumo de energía térmica para ACS
100.000,00 L	10,96	1.096.000,00 kWh	403.658,00 MJ
	Rendimiento estimado	Energía térmica utilizada (ACS + calefacción)	(1 MJ = 0,2778 kWh)
	70%	767.200,00 kWh	112.136,19 kWh
SPF aereotermia	3,44		
	1 kWh de electricidad genera 3,44 kWh		
			Consumo electrico ACS
Consumo estimado energía electrica (ACS + calefaccion)	223.023,26 kWh		32.597,73 kWh

Tabla 11 Cálculos consumo eléctrico aerotermia. Fuente: Elaboración propia.

En primer lugar, tomaremos como volumen de gasoil consumido 100.000 litros (a partir volumen consumido en los 4 años que se tienen datos reflejados en la *Tabla 12*, y siguiendo la tendencia al alza que se puede ver también en la gráfica en la *Figura 8*)

AÑO	VOLUMEN EN DEPÓSITO (EN LITROS)	INCREMENTO RESPECTO A 2015 (EN LITROS)
2015	64.852	0
2016	70.500	5.648
2017	108.013	43.161
2018	93.900	29.048

Tabla 12 Volumen almacenado en depósitos. Fuente: Elaboración propia

También se ha usado el dato proporcionado por los expertos del rendimiento de las calderas (70% al ser la mayoría muy antiguas) y el SPF global de la aerotermia¹⁰, obtenido del documento con la propuesta de EUROFRED [16] (página 17 de [16]). En este caso el SPF global de la bomba de calor instalada es de 3,44 lo que significa que 1 kWh de electricidad se convierte en 3,44 kWh de energía calorífica.

Con estos datos de partida se hace una aproximación para hallar cual sería el consumo eléctrico de las bombas de calor si tuviesen que generar la misma energía térmica útil para ACS y calefacción que producen las antiguas calderas de gasoil (767.200 kWh).

Se ha despreciado el consumo eléctrico de los fancoils, pero en cualquier caso será mucho menor que el anterior.

¹⁰ El SPF global es un factor de rendimiento medio estacional, si este es mayor que 2,53, por normativa de la UE se considera energía renovable.

De estos cálculos se extrae un consumo de electricidad total de 223.023,26 kWh el cual, si lo multiplicamos por el precio medio del kWh para una tarifa de Naturgy¹¹ sin discriminación horaria que es de 0,1060 € el kWh, nos da un gasto anual de 23.640,46 € extra.

Esta demanda se intentará cubrir al 100% con el uso de las placas solares fotovoltaicas.

Una vez conocido el gasto que supone el nuevo sistema, debemos calcular el gasto en calefacción y ACS mediante calderas de gasoil para conocer el ahorro (diferencia entre ambos).

De la **Tabla 5** sacamos los gastos fijos entre los años 2015 y 2018 que son los siguientes:

- **2015:** 53.113 €
- **2016:** 43.843 €
- **2017:** 81.423 €
- **2018:** 105.700 €

Como se ha hecho en el apartado anterior, tomaremos el consumo medio anual como 100.000 litros. Sabiendo que el precio del gasoil tiene una gran fluctuación, tomaremos como precio por litro el precio medio del gasoil en Asturias que es de 0,9 euros el litro. Esto supone un gasto de 90.000 euros.

Al no tener datos realistas del precio de mantenimiento y revisiones de calderas y depósitos ni de su evolución en los próximos años, ni datos del coste de mantenimiento de los sistemas de aerotermia, no tendremos en cuenta estos datos para calcular el ahorro.

No obstante, sí que sabemos que la aerotermia, al no necesitar depósitos de combustible y no tratarse de un sistema de combustión, su mantenimiento será más barato. Por tanto, se está siendo muy conservador a la hora de calcular este payback.

El segundo aspecto que trataremos será el presupuesto ofrecido por la empresa para la instalación montaje y revisiones de la aerotermia que es de 1.137.112 €.

Estos valores se utilizarán para calcular el payback (tiempo que tiene que pasar para amortizar la inversión).

En la **Tabla 13** se muestran los cálculos realizados para obtener el payback de 17 años. Este payback se considera aceptable debido a la inversión inicial y al ahorro que va a generar.

INVERSIÓN	1.137.112,00 €	AHORRO	66.359,54 €	
COSTE ELECTRICIDAD AEROTERMIA	23.640,46 €			
COSTE GASOIL	90.000,00 €	PAYBACK		
		= INVERSION/AHORRO	17	AÑOS

Tabla 13 Payback aerotermia. Fuente: Elaboración propia

Hay que destacar que, el gasto extra de electricidad que suponía instalar la aerotermia (que aun así es menor que el gasto fijo anual por las calderas) se va a cubrir por completo con las placas solares y por tanto el ahorro anual (**Tabla 14**) es notable si despreciamos cualquier avería o mantenimiento los cuales según la empresa EUROFRED son casi nulos.

¹¹ Obtenido de la web: <https://tarifasgasluz.com/faq/precio-kwh>. Se toma este precio ya que se desconocen las condiciones del contrato con Naturgy.

COSTE ELECTRICIDAD AEROTERMIA	23.640,46 €	AHORRO ANUAL SIN PLACAS SOLARES	66.359,54 €
COSTE GASOIL	90.000,00 €		

Tabla 14 Ahorro anual. Fuente: Elaboración propia

El presupuesto y la propuesta completa de la empresa EUOFRED se adjunta como ANEXO C

5.3 PROPUESTA DE MEJORA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA LA OBTENCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS.

Esta propuesta ha sido realizada a partir de unos datos, desgraciadamente, poco detallados de consumo anual en todo el acuartelamiento. Para un estudio más detallado habría sido necesario conocer el desglose por edificios y días. A pesar de ello se ha realizado un estudio basándose en los datos proporcionados por la USAC, y los calculados en el apartado anterior.

Debido a las limitaciones en el alcance, no se analizará en profundidad el tipo de placas, el presupuesto de instalación y otros datos que conformarían un proyecto a parte.

5.3.1 Dimensionamiento y descripción de la alternativa:

La energía eléctrica que queremos producir viene indicada en la **Tabla 15**. Nos basaremos en estos datos para todos los cálculos de dimensionamiento a lo largo de este capítulo.

	E. CONSUMIDA
ENERGÍA ELÉCTRICA ANUAL (AÑO 2018)	849.932 kWh
ENERGÍA ELÉCTRICA AEROTERMIA	223.023,26 kWh
ENERGÍA ELÉCTRICA TOTAL	1.072.955kWh

Tabla 15 Consumo eléctrico anual. Fuente: Elaboración propia

Lo primero que se calculó fue la superficie disponible para instalar placas, usando los tejados de los edificios.

En total hay 9 edificios en los que colocar placas, con una superficie útil para de 800 m² cada uno. En total 7.200 m². De estos 7.200 m² no podemos usar el 100% ya que las bombas de calor ocupan espacio también. Se decide ocupar menos de la mitad de esta superficie, 3000 m² para facilitar los cálculos.

Una vez conocida la superficie que se puede utilizar, se elige el tipo de placa según dos parámetros. El primero es el Wp (watio pico), este valor está relacionado con la placa y se trata de la máxima potencia eléctrica que éste puede generar bajo las siguientes condiciones estándares de medida, una irradiancia de 1000 W/m² a 25° C. El segundo parámetro depende de la zona geográfica y se trata de la hora solar pico. La h.s.p (unidades en horas) se trata del número de horas al día con una irradiancia¹² promedio de 1000 W/ m².

Se decide instalar placas de 300 Wp ya que, a pesar de que existan de 400Wp, son más caras y con las de 300 Wp podemos cubrir razonablemente la demanda.

¹² Irradiancia: Potencia solar por unidad de superficie (W/ m²).

Si multiplicamos los W_p por la h.s.p obtenemos la producción diaria de cada placa. La h.s.p media la calcularemos a partir de los datos obtenidos de PVGIS [18] y trabajados en una tabla Excel (la cual se muestra en la **Tabla 16**¹³) tras introducir la ubicación de la instalación.

MES	IRRADIACIÓN GLOBAL (MES) kWh/ m ²	IRRADIACIÓN MEDIA GLOBAL (DIARIA) Wh/ m ²	h.s.p
ENERO	64,13	2068,71	2,07
FEBRERO	71,70	2472,41	2,47
MARZO	116,75	3766,13	3,77
ABRIL	149,23	4974,33	4,97
MAYO	174,16	5618,06	5,62
JUNIO	158,29	5276,33	5,28
JULIO	195,63	6310,65	6,31
AGOSTO	193,54	6451,33	6,45
SEPTIEMBRE	132,71	4280,97	4,28
OCTUBRE	114,79	3826,33	3,83
NOVIEMBRE	76,72	2474,84	2,47
DICIEMBRE	77,30	2576,67	2,58
		h.s.p media	3,61172884
h.s.p = IRRADIACIÓN GLOBAL DIARIA (Wh/ m²) / 1000 (W/m²)			

Tabla 16 Calculo de h.s.p media Siero. Fuente: Elaboración propia (datos PVGIS)

Conociendo la h.s.p en Siero (3,61 h) podemos obtener la energía que produce cada placa, que es de 1083 Wh diarios por placa.

Conociendo estos datos, pasamos a calcular la orientación e inclinación de las placas (las placas con corrección automática encarecerían el proyecto). La orientación de las placas será de 0°, esto significa que siempre apuntarán al sur (por convenio el este es -90°, el sur 0° y el oeste 90°).

Para calcular el ángulo de elevación utilizamos la siguiente fórmula: $\beta = 3,7 + (0,69 * \text{latitud})$ (latitud siempre en positivo). La latitud la obtenemos de la misma web de PVGIS (43.409) y el ángulo de elevación resultado es 33, 65°.

Tras obtener esos datos, dimensionamos la instalación. Como se indicó, los datos de la **Tabla 15** son los datos de consumo de partida.

La medida estándar de las placas de 300 W_p es de 1,5 metros. Por tanto, en 3.000 m² podremos instalar 2.000 placas. Uno de los datos que hay que introducir en PVGIS es la W_p total para las placas instaladas, con 2.000 placas son 600 kWp.

Calculamos la energía producida por placas por dos medios:

1. Manual: Sabiendo la producción diaria por placa de 1.083 Wh, la producción diaria total será de 2.166 kWh.
Producción anual (365 días): 790.000 kWh. Esto supone un 73,68% de la demanda.
2. PVGIS: Introduciendo la W_p total y los ángulos de inclinación y orientación (con un factor de pérdida estándar del 14%) se obtienen los resultados mostrados en la **Tabla 17**.
De ella extraemos dos datos muy interesantes, el primero es la variación anual de hasta 24.200 kWh. El segundo y el que más nos interesa es la producción anual de 695.547,77 kWh.

¹³ Aparece el termino irradiación: Energía solar por unidad de superficie (kWh/ m²).

Al ser más conservador, trabajaremos con esta producción anual que supone el 64,82% de la demanda anual.

DATOS INTRODUCIDOS	
Location [Lat/Lon]:	43.409, -5.736
Horizon:	Calculated
Database used:	PVGIS-SARAH
PV technology:	Silicio Cristalino. Precio medio = 300 Euros
PV installed [kWp]:	600
System loss [%]:	14
DATOS OBTENIDOS	
Slope angle [\hat{A}°]:	37 (opt)
Azimuth angle [\hat{A}°]:	0 (opt)
Yearly PV energy production [kWh]:	695546,77
Yearly in-plane irradiation [kWh/m ²]:	1527,48
Year-to-year variability [kWh]:	24200,73

Tabla 17 Generación de electricidad por placas anual. Fuente: Elaboración propia (datos PVGIS)

5.3.2 Análisis económico de la propuesta:

Tomando como precio medio del kWh el mismo que en el apartado 5.1 (0,106 Euros) y utilizando los datos calculados en el apartado 5.3.1 se ha generado la **Tabla 18** en la que se analizan los costes, ahorro y se calcula el payback. El coste medio¹⁴ de las placas se ha fijado en 300 euros ya que la media está entre los 250 y 270 euros para paneles de las características deseadas (silicio cristalino y 300 Wp). Los 50/30 euros hasta los 300 son una manera de tener en cuenta los gastos de instalación y gestión que pueda haber ya que no se conocen.

COSTE PLACA	300,00 €	COSTE TOTAL INVERSIÓN	600.000 €
Nº PLACAS	2000		
PRODUCCIÓN ANUAL PLACAS (PVGIS) (kWh)	695.547,77	CONSUMO ANUAL RED ELÉCTRICA (kWh)	1072955
DEMANDA NO CUBIERTA POR PLACAS	377.407,23	PRECIO MEDIO kWh	0,106 €
COSTE DE ELECTRICIDAD RED ELECTRICA (CON PLACAS)	40.005,17 €	COSTE ELECTRICIDAD ACTUAL	113.733,23 €
	AHORRO ANUAL	73.728,06 €	
	PAYBACK = INVERSION / AHORRO	8	AÑOS

Tabla 18 Payback placas solares fotovoltaicas. Fuente: Elaboración propia

Como observamos en la tabla, esta inversión se amortizaría en 8 años.

¹⁴ Fuente: <https://www.cambioenergetico.com/paneles-solares/2368-placa-solar-policristalina-axitec-300-wp.html>

6. CONCLUSIONES:

6.1 CONCLUSIONES DEL TFG:

En los últimos años el Ejército de Tierra está cambiando y modernizándose a pasos agigantados en lo que se refiere a armamento, materiales y tácticas técnicas y procedimientos, pero no se puede por ello dejar de lado al principal activo y la máquina que hace que todo funcione, su personal.

Con la construcción de los edificios propuestos, lograríamos una mejor calidad en la vida y la instrucción diaria de nuestra tropa con una inversión que dista mucho de los presupuestos destinados para la adquisición de material y armamento (está muy por debajo).

Por otro lado, logramos un ahorro real de manera que, de aquí a 10/15 años como ya observamos en el PAI si conseguimos invertir la actual situación en las instalaciones del ET y llegar a un nivel digno de referencia, podremos destinar más dinero a otros asuntos de importancia para las fuerzas armadas.

Actualmente el medio ambiente y la contaminación son temas que están cobrando importancia en nuestra sociedad y el ET no puede quedarse atrás en la implantación de sistemas que respeten el mismo, es por ello por lo que se opta por energías totalmente limpias.

Este proceso no será inmediato ya que requiere una inversión inicial fuerte y por tanto se prolongará durante varios años según como se desarrolle la situación económica de las fuerzas armadas. Una vez implementados los cambios, tomara, en el caso de la aerotermia 17 años en “recuperar” la inversión y 8 años en el caso de las placas.

Además, al haber individualizado las propuestas energéticas, se pueden realizar de manera independiente en años distintos según la disponibilidad de créditos.

Implementando completamente el sistema propuesto, el consumo eléctrico anual descendería a 377.407 kWh (cuyos precios no son fijos) y ahorrando casi 73.728 euros anuales en factura eléctrica contando con el consumo derivado del nuevo sistema de ACS y calefacción, los cuales usan energía eléctrica.

Por lo tanto, con este proyecto se cumplen los dos objetivos establecidos, mejorar la calidad de vida y comodidad del personal, así como adaptar el acto. a las condiciones del resto de organismos del estado, convirtiéndose además en el cuartel referencia en cuanto a energías renovables y autoconsumo.

6.2 TRABAJO FUTURO:

En primer lugar, como trabajo futuro, sería necesario poder hacer una estimación de los costes que conllevarían la construcción de los tres edificios propuestos. Estos, sin lugar a dudas solventan completamente los problemas que pretenden abordar, pero sin una estimación de coste no es posible hacer un análisis de rentabilidad. En este trabajo han quedado dos preguntas sin resolver, pero que sería necesario contestar antes de ejecutar las mejoras propuestas en relación a las infraestructuras. ¿Las mejoras en operatividad y calidad de vida compensan la alta inversión necesaria?, ¿es preferible una propuesta menos ambiciosa que, aunque no solvente totalmente el problema, sea menos costosa?

El trabajo futuro también podría pasar por estudiar el incrementar el uso de placas hasta generar el 100% de la demanda de electricidad en el acuartelamiento utilizando la cubierta de otros edificios aparte de los que rodean el patio de armas. Con la instalación de más placas se podría lograr un excedente de producción que según el Real Decreto 244/2019 [19] permitiría el vertido a la red el excedente. Al estar conectado a la red, los días que hubiese un pico de consumo que no se pudiese asumir con las placas habría un aporte de la red eléctrica y los días que hubiese excedente se vertería a la red. Sería interesante analizar a fondo esta normativa y estudiar su aplicación al acto. Cabo Noval.

En la medida de lo posible, habría que exportar el nuevo modelo energético de Cabo Noval y aplicarlo a todas las BAE de ET para lograr un ahorro anual a nivel institucional que permitiría destinar el dinero a fines más puramente castrenses.

BIBLIOGRAFÍA:

- [1] USAC, “PLANO DIRECTOR DEL ACUARTELAMIENTO ‘ CABO NOVAL ,” 2018.
- [2] EME, “PLAN DE ACTUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA 2019-2020,” 2019.
- [3] USAC, “PROGRAMA DE MANTENIMIENTO CABO NOVAL,” vol. 17, 2019.
- [4] USAC, “PLAN DE MANTENIMIENTO CABO NOVAL,” 2019.
- [5] USAC, “PLANO DIRECTOR DEL ACUARTELAMIENTO ‘ CABO NOVAL ,” 2012.
- [6] EME, “PLAN GENERAL DE ACUARTELAMIENTO E INFRAESTRUCTURA,” 2020.
- [7] S. Plan de acción de infraestructuras, “PAI 2019-2035.” 2019.
- [8] IGE, “IT 08/19 PLANOS DIRECTORES DE LAS BAE DEL ET,” vol. 11, 2019.
- [9] Plano Director Cabo Noval 2018 USAC, “Plano Director Cabo Noval 2018.” .
- [10] INSTRUCCIÓN TÉCNICA 08/19, "PLANOS DIRECTORES DE LAS, A. Y. BASES, » E. (BAE), and J. 2019 EJERCITO DE TIERRA", “Inspección general del ejército.” .
- [11] U. Plan de Mantenimiento 2019, “Plan de Mantenimiento 2019.” 2019.
- [12] Programa de mantenimiento 2012 USAC, “Programa de mantenimiento 2012,” 2012.
- [13] ed. . Ministerio de Industria y Turismo. (2010). Guía Técnica. Agua Caliente Sanitaria Central (IDAE, *Guía Técnica. Agua Caliente Sanitaria Central*. 2014.
- [14] Código Técnico de la Edificación (CTE), “Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE),” 2017.
- [15] IDAE, *GUÍA BIOMASA*. .
- [16] AEROFRED, “PROPUESTA AEROTERMIA,” 2019.
- [17] IDAE, “PRESTACIONES MEDIAS ESTACIONALES,” 2014.
- [18] PVGIS, “IRRADIACIÓN SIERO 2016,” p. 2020, 2020.
- [19] MTE, “RD 244/2019 Regulación condiciones técnicas, administrativas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica,” pp. 35674–35719, 2019.

PÁGINAS WEB CONSULTADAS:

1. <https://ejercito.defensa.gob.es/unidades/Asturias/ri13/Historial/index.html>
2. <http://sigpac.mapama.gob.es/fega/visor/>
3. <https://www.clickgasoil.com/blog/cual-es-la-vida-util-de-las-calderas>
4. <https://blabladeco.com/la-vida-util-una-caldera/>
5. https://elpais.com/economia/2017/02/17/actualidad/1487346136_895968.html
6. https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html
7. http://www.dimplex.de/fileadmin/dimplex/downloads/planungshandbuecher/es/dimplex_ph_p_calentar_es_07.pdf
8. <https://www.bombadecolor.org/noticias/wp-content/uploads/2016/05/Cualidades-Beneficios-BdC.pdf>

ANEXOS:

ANEXO A: Presupuesto proyecto inicial (edificio compañía)



ALFONSO MARTINEZ
EJEC. NAVE INDUSTRIAL Y ALTILLO
CON ANEXO Y URB. DE PARCELA
PARQUE EMPRESARIAL DE GIJÓN
REFERENCIA OFERTA : 2000 / 19

C/ San Juan, nº62, Bº. 33210 GIJÓN (ASTURIAS)
 Tfno. 985 99 01 03 / Fax 985 99 03 01 / E-mail: ingeco@ingeco.net

RESUMEN DE PRESUPUESTO

ALFONSO MARTÍNEZ

CAPITULO	RESUMEN	EUROS
CAPÍTULO Nº01	EJECUCIÓN NAVE INDUSTRIAL (45x30=1350M2)	326.249,74
	-MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	33.381,36
	-RED SANEAMIENTO HORIZ.....	7.633,96
	-CIMENTACION Y SOLERA.....	65.204,00
	-ESTRUCTURA METÁLICA.....	72.733,36
	-CIERRES DE CUBIERTA.....	34.803,66
	-CIERRES DE FACHADA.....	63.806,43
	-CARPINTERÍA EXTERIOR.....	23.438,49
	-INST. ELECT. ALUMB Y EMERG.....	16.220,26
	-RESIDUOS EDIFICACION.....	1.908,21
	-CONTROL DE CALIDAD.....	3.062,70
	-SEGURIDAD Y SALUD.....	4.057,31
CAPÍTULO Nº02	ALTILLO OFICINAS / VESTUARIO (45x20=900M2)	610.113,85
	-MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	2.329,63
	-CIMENTACION / CAPA COMP.....	24.555,07
	-EST. METÁLICA ALTILLO.....	138.963,19
	-CERRAJERÍA METÁLICA.....	22.464,54
	-CONTROL DE CALIDAD.....	1.399,77
	-ALBAÑILERÍA.....	75.502,83
	-REVEST. Y F. TECHOS.....	31.963,81
	-AISL. E IMPERMEAS.....	4.870,80
	-PAVIM / ALICATADOS.....	47.041,38
	-CARPINTERIA MADERA.....	18.028,08
	-CARPINTERIA ALUMINIO.....	13.791,39
	-FONTANERIA.....	51.551,32
	-PINTURAS.....	8.917,99
	-LIMPIEZA.....	1.340,64
	-VENTILACION.....	1.802,83
	-INST. ELECT-ALUMBRADO.....	37.214,92

	-INST. PROT. INCENDIOS.....	6.449,77	
	-INST. ALUMB. EMERGENCIA.....	7.511,79	
	-INST. CLIMATIZACIÓN.....	106.920,00	
	-SEGURIDAD Y SALUD.....	7.494,10	
CAPÍTULO Nº03	ANEXO LATERAL A NAVE (30x5=150M2).....		29.660,04
	-MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	1.404,39	
	-RED SANEAMIENTO HORIZ.....	1.533,26	
	-CIMENTACION Y SOLERA.....	7.577,80	
	-ESTRUCTURA METÁLICA.....	5.783,14	
	-CIERRES DE CUBIERTA.....	5.170,66	
	-CIERRES DE FACHADA.....	4.358,92	
	-CARPINTERÍA EXTERIOR.....	1.387,02	
	-INST. ELECT. ALUMB Y EMERG.....	1.924,57	
	-RESIDUOS EDIFICACION.....	181,97	
	-CONTROL DE CALIDAD.....	199,45	
	-SEGURIDAD Y SALUD.....	138,86	
CAPÍTULO Nº04	URBANIZACIÓN PARCELA (1000M2).....		53.974,89
	-MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	8.178,71	
	-SANEAMIENTO HORIZ.....	6.767,38	
	-CIMENT. CIERRE PARCELA.....	10.422,00	
	-CIERRE DE PARCELA.....	5.641,85	
	-PAVIMENTOS.....	20.630,00	
	-REDES ACOMETIDAS.....	1.090,16	
	-RESIDUOS EDIFICACION.....	338,78	
	-CONTROL DE CALIDAD.....	172,57	

10 de octubre de 2019

Página 1



C/ San Juan, nº62, Bº. 33210 GIJÓN (ASTURIAS)

Tfno. 985 99 01 03 / Fax 985 99 03 01 / E-mail: ingeco@ingeco.net



ALFONSO MARTINEZ
EJEC. NAVE INDUSTRIAL Y ALTILLO
CON ANEXO Y URB. DE PARCELA
PARQUE EMPRESARIAL DE GIJÓN
REFERENCIA OFERTA : 2000 / 19

RESUMEN DE PRESUPUESTO

ALFONSO MARTÍNEZ

CAPITULO	RESUMEN	EUROS
	-SEGURIDAD Y SALUD.....	733,44
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	1.019.998,52
	6,00% Gastos generales.....	61.199,91
	13,00% Beneficio industrial.....	132.599,81
	SUMA DE G.G. y B.I.	193.799,72
	21,00% I.V.A.....	254.897,63
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	1.468.695,87
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	1.468.695,87

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de UN MILLÓN CUATROCIENTOS SESENTA Y OCHO MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y CINCO EUROS con OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS

ANEXO B: Estimación de costes de mejoras:

Articulo	Coste unitario	Cantidad	Enlace	TOTAL
Pulsador regulable	147,00 €	660	1	97.020,00 €
Ventanas aislantes	280,00 €	486	ventanas climalit	136.080,00 €
			TOTAL	233.100,00 €
porp.es/comprar/grifo-pulsador-temporizado-mezclador-para-ducha-presto-alpa-80-negro.html?id_product				1

ANEXO C: Presupuesto y propuesta EUROFRED

Calefacción

Cuartel en Siero

GENERACIÓN ACS Bomba de Calor AQUATERMIO HT 48 EC
JUSTIFICACIÓN SUSTITUCIÓN / REDUCCIÓN
SOLAR TÉRMICA POR AEROTERMIA

Referencia	- Proyecto de Cuartel en Siero		
Fecha	Octubre de 2019	Rev.:	0
Realización Proyecto		Dpto.:	Estudios y proyectos

50 EUROFRED
years being efficient

Eurofred, S. A.
Marqués de Sentmenat 97
08029 Barcelona
T: +34 934 199 797
F: +34 934 199 797
www.eurofred.es

Índice

1. Información general HT	3
▪ Características principales.....	3
▪ Características técnicas.....	4
▪ Diagrama de instalación y descripción de funcionamiento	5
▪ ¿Qué es una bomba de calor y cómo funciona?	5
▪ Dimensiones y espacios de mantenimiento.....	6
2. GENERACIÓN ACS	7
▪ Datos iniciales.....	7
▪ Consideraciones:	7
▪ Selección HT	8
3. JUSTIFICACIÓN SUSTITUCIÓN/REDUCCIÓN SOLAR TERMICA POR AEROTEMIA.....	9
▪ Procedimiento de justificación	9

1. Información general HT

La bomba de calor Aquatermic HT está diseñada para producir agua caliente en aplicaciones comerciales e industriales. Emplea CO₂ (dióxido de carbono) como refrigerante natural.

La gama HT se encuentra diseñada para producir agua caliente sanitaria hasta 90°C, combinando el uso del refrigerante natural CO₂ con la eficiencia y la simplicidad de su instalación. Permite reducir el importe de la factura hasta un 70% respecto al resto de calderas convencionales.

El gas refrigerante R-744 o CO₂ minimiza el impacto en la capa de ozono y a la vez aporta una elevada eficiencia energética, contribuyendo al ahorro de energía y de recursos naturales.

Estos equipos están diseñados para trabajar en exteriores, para mejorar la eficiencia del intercambio.



■ Características principales

- Unidad compacta de diseño robusto.
- Bajo nivel sonoro.
- Lógica de funcionamiento dedicada la optimización del COP.
- Ventiladores de velocidad variable.
- Control con sistema de tele monitorización vía web (Ethernet).
- Incluidos ventiladores EC.

Características técnicas

Características técnicas

Modelos			HT 18	HT 24	HT 48	HT 100
Códigos			3IEE0001	3IEE0000	3IEE0002	3IEE0003
Dimensiones	Ancho	mm	1900	1410	2220	2810
	Profundo	mm	800	940	960	1260
	Alto	mm	1880	1860	1860	2400
Espacio necesario para mantenimiento	A	m	1	1	1	1
	B	m	1	1	1	1
	C	m	1,5	1,5	1,5	1,5
	E	m	1,5	1,5	1,5	1,5
Presión Sonora*	A 5 (m)	dB	50	55	59	61
	A 10 (m)	dB	44	49	53	55
Kit Hidráulico (gas cooler)**	Modelo Bomba†		Wilo-Stratos-Z 25/1-8	Wilo-Stratos-Z 25/1-12	Wilo-Stratos-Z 25/1-12	Wilo-Stratos-Z 40/1-12
	Diámetro entrada	diámetro	1	1-1/4 HEMBRA	1-1/2 HEMBRA	2
	Diámetro salida	diámetro	1	1-1/4 HEMBRA	1-1/2 HEMBRA	2
	P.nominal	bar	6	6	6	6
	P.bomba	mH ₂ O	8,1	11,6	11,7	16
	Δp.bomba	mH ₂ O	3,6	4,8	4,4	9
	P.disponible Bomba	mH ₂ O	4,5	6,8	7,3	7
Kit Hidráulico (Recuperador De Frio)***	Caudal Agua	l/h	690	770	1460	3285
	Modelo Bomba†		no disponible	no disponible	Wilo-STG 40-15	Wilo-IPE40-130/2,2-2
	Diámetro entrada	diámetro	no disponible	no disponible	2	4
	Diámetro salida	diámetro	no disponible	no disponible	2	4
	P.nominal Circuito	bar	no disponible	no disponible	6	6
	P.bomba	mH ₂ O	no disponible	no disponible	13,2	21
	Δp.bomba	mH ₂ O	no disponible	no disponible	6,2	12
Kit Hidráulico (Para Uso Calefacción)****	P.disponible Bomba	mH ₂ O	no disponible	no disponible	7	9
	Caudal Agua	l/h	no disponible	no disponible	8565	19090
	Modelo Bomba†		no disponible	no disponible	Wilo-STG 40-15	Wilo-IPE40-130/2,2-2
	Diámetro entrada	diámetro	no disponible	no disponible	2	4
	Diámetro salida	diámetro	no disponible	no disponible	2	4
	P.nominal Circuito	bar	no disponible	no disponible	6	6
	P.bomba	mH ₂ O	no disponible	no disponible	15,1	21,8
	Δp.bomba	mH ₂ O	no disponible	no disponible	8,2	11,5
	P.disponible Bomba	mH ₂ O	no disponible	no disponible	6,9	10,3
	Caudal Agua	l/h	no disponible	no disponible	5673	15290

[*] Valor calculado (No medido) a las condiciones de Presión, comp. = 25 bar, Pdescarga comp. = 90 bar

[**] PN = 6 bar Condiciones Temp. = +10 °C Test agua = 25 °C Test agua 55 °C

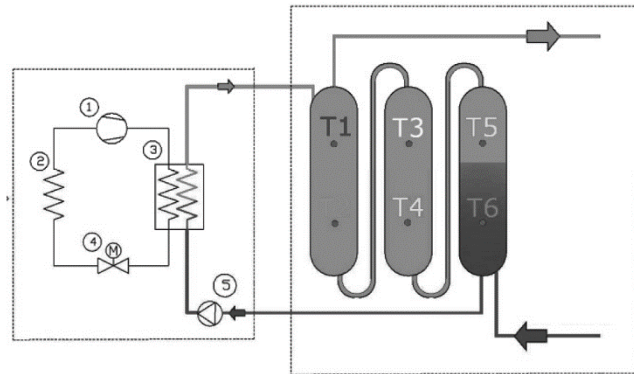
[***] PN=6 bar Condiciones Temp. = +3 °C Test agua = 12 °C Test agua 7 °C

[****] PN = 6 bar Condiciones Temp. = +7 °C Test agua = 40 °C Test agua 45 °C

[†] Las bombas está disponibles para el uso de AC2 y uso Industrial
Para 3IEE0001y 3IEE0000 la recuperación de frío y la recuperación de calor no está disponible. Para 3IEE0002 la recuperación en frío no está disponible

Recordamos que las bombas hidráulicas pueden ser seleccionadas por el cliente según sus necesidades

▪ **Diagrama de instalación y descripción de funcionamiento**

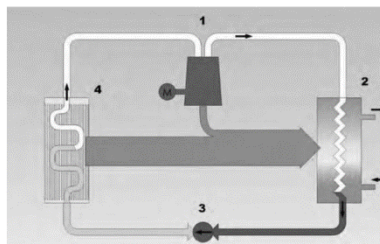


1	Compresor
2	Evaporador
3	Intercambiador
4	Válvula de expansión
5	Bomba de alta eficiencia

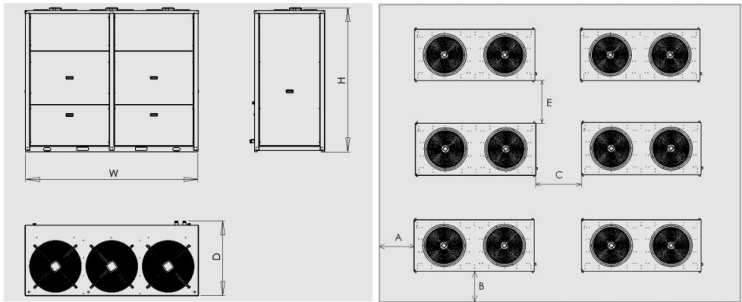
▪ **¿Qué es una bomba de calor y cómo funciona?**

Una bomba de calor es una máquina diseñada para transferir energía de un foco frío (como el aire o el suelo) a un foco más caliente, como, por ejemplo, agua o un circuito de calor. Un fluido (dióxido de carbono, en este caso) fluye a través de un circuito especial y se somete a la acción de un compresor y una válvula. Esta acción provoca un cambio de presión y temperatura en el fluido que le permite absorber y ceder calor en dos dispositivos denominados "intercambiadores de calor".

- La presión y la temperatura del fluido aumentan en un compresor (1)
- El fluido a alta presión y alta temperatura se refrigera, y después cede energía a un fluido externo (en nuestro caso, agua) lo que provoca un aumento de temperatura. Esto ocurre en un intercambiador de calor. (2)
- La presión y la temperatura se reducen al pasar a través de una válvula. (3)
- El fluido más frío, con una temperatura inferior a la del aire exterior o el suelo, absorbe energía en un intercambiador de calor (4) denominado evaporador.
- El resultado final es una transferencia de energía, en forma de calor, desde el aire exterior (por ejemplo, al agua que se desea calentar) empleando energía eléctrica para accionar el compresor.

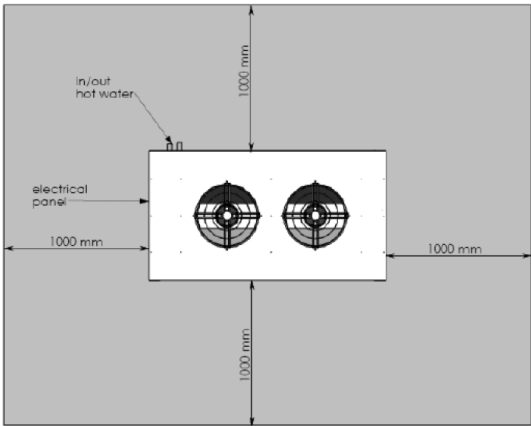


▪ Dimensiones y espacios de mantenimiento



DIMENSIONS	W	[mm]	1100	1410	2220	2810
	D	[mm]	800	960	960	1250
	H	[mm]	1880	1860	1860	2400
MAINTENANCE SPACE DISTANCE	A	[m]	1.0	1.0	1.0	1.0
	B	[m]	1.0	1.0	1.0	1.0
	C	[m]	1.5	1.5	1.5	1.5
	E	[m]	1.5	1.5	1.5	1.5

Las unidades deberán ser instaladas en exterior, asegurando en todo momento que no en todo momento la máquina reciba el suficiente flujo de aire, y que se mantenga el correcto espacio de servidumbre.



2. GENERACIÓN ACS

▪ Datos iniciales

Situación: Siero (Asturias)

Temperatura media de agua de red: 12

Tipología demanda: Cuartel.

Consumo diario: 5320 l a 60°C (día más desfavorable).

Número de ocupantes:	190
Consumo por ocupante [L/día]:	28
Consumo de agua a máxima ocupación [L/día]:	5320

▪ Consideraciones:

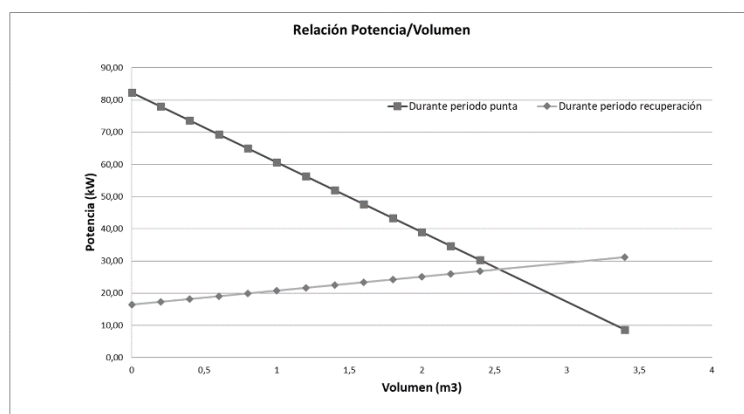
INTRODUCCIÓN de DATOS para JUSTIFICACIÓN AEROTERMIA Vs CALDERA GN & PLACAS SOLARES		
Denominación proyecto:	Instalación tipo	Datos por periodo
Tipo Edificio:	Cuarteles	Cuarteles
No Usuarios:	190	190
Lts ACS 60°C / usuario:	28	28
Demanda ACS 60°C / día total:	5320	2660
Temperatura media entrada AS:	12	12
Temp. Media uso:	45	45
Temp. Acumulación:	60	60
Consumo Hora Punta (%):	25%	50%
Horas Punta (Total día):	4	2
Horas Recuperación (Total día):	20	10
Ubicación Instalación	Oviedo	Oviedo
Periodos Punta - Recuperación / día	2	

▪ Selección HT

Partiendo de los dato de la tabla anterior buscamos la relación óptima entre potencia producción – acumulación para la instalación de producción ACS.

volumen	volumen real	kWh energía acumulada DITE	Durante periodo punta	horas de recuperación	Durante periodo recuperación	HORAS DE FUNCIONAMIENTO
0	0	0,00	82,28	2,00	16,46	2,00
0,2	0,14	7,80	77,95	2,22	17,32	2,11
0,4	0,28	15,59	73,62	2,47	18,19	2,24
0,6	0,42	23,39	69,29	2,75	19,05	2,38
0,8	0,56	31,18	64,96	3,07	19,92	2,53
1	0,7	38,98	60,63	3,43	20,79	2,71
1,2	0,84	46,77	56,30	3,85	21,65	2,92
1,4	0,98	54,57	51,97	4,33	22,52	3,17
1,6	1,12	62,36	47,64	4,91	23,39	3,45
1,8	1,26	70,16	43,31	5,60	24,25	3,80
2	1,4	77,95	38,98	6,44	25,12	4,22
2,2	1,54	85,75	34,65	7,50	25,98	4,75
2,4	1,68	93,54	30,31	8,86	26,85	5,43
3,4	2,38	132,52	8,66	36,00	31,18	19,00

Con los datos de la tabla anterior se busca el punto donde se cruzan las rectas de los periodos punta y los periodos de recuperación para así obtener la potencia y la acumulación.



3. JUSTIFICACIÓN SUSTITUCIÓN/REDUCCIÓN SOLAR TERMICA POR AEROTEMIA

▪ Procedimiento de justificación

Según CTE DB HE 4 nos basamos en la radiación solar global media diaria anual para establecer la zona climática que corresponda.

4.2 Zonas climáticas

1. En la tabla 4.4 se marcan los límites de zonas homogéneas a efectos de la exigencia. Las zonas se han definido teniendo en cuenta la Radiación Solar Global media diaria anual sobre superficie horizontal (H), tomando los intervalos que se relacionan para cada una de las zonas, como se indica a continuación:

Tabla 4.4. Radiación solar global media diaria anual

Zona climática	MJ/m ²	kWh/m ²
I	$H < 13,7$	$H < 3,8$
II	$13,7 \leq H < 15,1$	$3,8 \leq H < 4,2$
III	$15,1 \leq H < 16,6$	$4,2 \leq H < 4,6$
IV	$16,6 \leq H < 18,0$	$4,6 \leq H < 5,0$
V	$H \geq 18,0$	$H \geq 5,0$

2. Para la asignación de la zona climática de la tabla 4.4 podrán emplearse los datos de Radiación Solar Global media diaria anual que para las capitales de provincia se recogen en el documento "Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT", publicado en el año 2012 por la Agencia Estatal de Meteorología. Para aquellas localidades distintas de las capitales de provincia, a efectos de aplicación de este Documento Básico podrá emplearse el dato correspondiente a la capital de provincia, o bien otros datos oficiales de Radiación Solar Global media diaria anual aplicables a dicha localidad correspondientes al período 1983-2005.

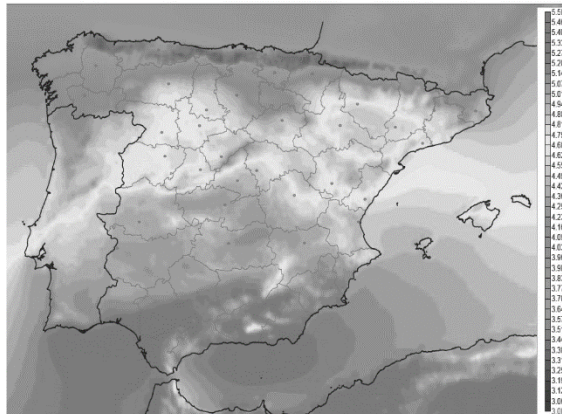


Fig. 3.1. Zonas climáticas

Zona climática de **Asturias: I**

La contribución mínima se obtiene del software de comprobación del CTE HE4, CHEQ 4.2:

CHEQ4 Herramienta para la validación del cumplimiento del HE4 en instalaciones solares térmicas

Provincia: Asturias Municipio: Siero Zona climática: Zona I Latitud: 43° 22'

Mapa provincia

Altura municipio seleccionado (m): 266

Altura de la instalación (m): 266

	Rad(MJ/m2)	T.Red (°C)	T.Amb (°C)
Enero	6,4	8,8	7,2
Febrero	8,7	8,8	8,2
Marzo	13,0	9,8	9,2
Abril	16,1	9,8	10,0
Mayo	18,0	11,8	12,5
Junio	19,2	13,8	15,5
Julio	19,0	14,8	17,7
Agosto	17,3	15,8	18,0
Septiembre	14,8	14,8	17,1
Octubre	9,9	12,8	13,7
Noviembre	6,7	9,8	10,1
Diciembre	5,4	8,8	8,4
Promedio	12,9	11,6	12,3

Localización

Configuración

Demanda

Solar/Apoyo

Otros parámetros

Resultados

CHEQ4 Herramienta para la validación del cumplimiento del HE4 en instalaciones solares térmicas

CONSUMO ÚNICO

Aplicación: Cuarteles

Número de personas: 190

Demanda calculada (l/día a 60 °C): 5.320

CONSUMO MÚLTIPLE

	Viviendas	Dormitorios	Personas	Litros/día
Tipo A	0	0		
Tipo B	0	0		
Tipo C	0	0		
Tipo D	0	0		

Demanda calculada (l/día a 60 °C):

CONSUMO TOTAL

Otras demandas (l/día a 60°C):

Demanda total (l/día a 60°C): 5.320

CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA EXIGIDA

Caso general FS 30%

Caso piscina FS 30%

Localización

Configuración

Demanda

Solar/Apoyo

Otros parámetros

Resultados

Contribución solar mínima anual para ACS del **30%**.

Para establecer la demanda diaria de agua se consideran los criterios anteriormente descritos, estudiando con software CENSOL la instalación de captadores solares requerida para la contribución solar especificada.

DATOS DE PARTIDA

Tipo de Edificio	Cuartel Siero				
Ubicación	Asturias	Zona	I	litros día 60°C	
Orientación cubierta	S			30 - 5.000	30
				5.000 - 10.000	30
				> 10.000	30
Energía secundaria	-	Tagua caliente producción	60	Contribución Solar Mínima Anual para ACS en %	

DATOS CÁLCULO

Consumo diario	5320,00 litros
Contribución Mínima	30 %
Cubierta	plana
Inclinación	45

TABLAS DE DATOS

	% Ocupación	Consumo mensual (m3)	Temperatura red (°C)	Salto Térmico (°C)	Necesidad Energ. Mensual (Termias)	Nec. Energ. Mensual (M.J)	Nec. Energ. Diaria (M.J)	H	H (corregida)	Factor K inclinación	E	nº horas sol (días)
ENE	100	164,9	6	54	8.905	37.223	1.201	5,3	5,3	1,45	7,2	8,0
FEB	100	149,0	7	53	7.897	33.009	1.179	7,7	7,7	1,33	9,6	9,0
MAR	100	164,9	9	51	8.410	35.154	1.134	10,6	10,6	1,19	11,9	9,0
ABR	100	159,6	11	49	7.820	32.888	1.090	12,2	12,2	1,05	12	9,5
MAY	100	164,9	12	48	7.915	33.085	1.067	15	15	0,95	13,4	9,5
JUN	100	159,6	13	47	7.601	31.354	1.045	15,2	15,2	0,91	13	9,5
JUL	100	164,9	14	46	7.585	31.705	1.023	16,8	16,8	0,86	15	9,5
AGO	100	164,9	13	47	7.750	32.395	1.045	14,8	14,8	1,06	14,7	9,5
SEP	100	159,6	12	48	7.661	32.023	1.067	12,4	12,4	1,24	14,5	9,0
OCT	100	164,9	11	49	8.080	33.774	1.089	9,8	9,8	1,45	13,4	9,0
NOV	100	159,6	9	51	8.140	34.025	1.134	5,9	5,9	1,59	8,8	8,0
DIC	100	164,9	6	54	8.905	37.223	1.201	4,6	4,6	1,57	6,8	7,5
						405.658						
	I (W/m2)	Ta	100mx (Tuso - Taji)	μ captador (%)	Aportación solar x m2	Energ. neta disponible día/m2	Energ. Neta disp. Mes/m2	Energía Total	%sustitución %cobertura	Déficit Energético		
ENE	250	9	85,8	0	0	0	0	0	0	37.223		
FEB	296	10	71,1	0	0	0	0	0	0	33.009		
MAR	367	11	56,2	19	2,26	1,92	59,5	8757	25	26.397		
ABR	351	12	57,5	17,7	2,12	1,8	54	7948	24	24.740		
MAY	392	15	48,3	26,9	3,6	3,06	94,9	13967	42	19.118		
JUN	380	18	46,5	28,7	3,73	3,17	95,1	13997	45	17.357		
JUL	439	20	38,3	36,9	5,94	4,71	144	21488	68	10.217		
AGO	430	20	39,1	36,1	5,31	4,51	139,8	20576	64	11.819		
SEP	448	19	38,5	36,7	5,32	4,52	135,6	19958	62	12.065		
OCT	414	16	44,7	30,5	4,09	3,48	107,9	15881	47	17.893		
NOV	306	12	66	0	0	0	0	0	0	34.025		
DIC	252	10	83,5	0	0	0	0	0	0	37.223		

RESULTADOS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
ENE 100	164.9	6	54	8905	37223	1201	5.30	5.30	1.45	7.2	8.00		
FEB 100	149.0	7	53	7897	33009	1179	7.70	7.70	1.33	9.6	9.00		
MAR 100	164.9	9	51	8410	35154	1134	10.60	10.60	1.19	11.9	9.00		
ABR 100	159.6	11	49	7820	32688	1090	12.20	12.20	1.05	12.0	9.50		
MAY 100	164.9	12	48	7915	33085	1067	15.00	15.00	0.95	13.4	9.50		
JUN 100	159.6	13	47	7501	31354	1045	15.20	15.20	0.91	13.0	9.50		
JUL 100	164.9	14	46	7585	31705	1023	16.80	16.80	0.95	15.0	9.50		
AGO 100	164.9	13	47	7750	32395	1045	14.80	14.80	1.06	14.7	9.50		
SEP 100	159.6	12	48	7661	32023	1067	12.40	12.40	1.24	14.5	9.00		
OCT 100	164.9	11	49	8080	33774	1089	9.80	9.80	1.45	13.4	9.00		
NOV 100	159.6	9	51	8140	34025	1134	5.90	5.90	1.59	8.8	8.00		
DIC 100	164.9	6	54	8905	37223	1201	4.60	4.60	1.57	6.8	7.50		
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
ENE 250	9	85.8	0.0	0.00	0.00	0.0	0	0	37223				
FEB 296	10	71.1	0.0	0.00	0.00	0.0	0	0	33009				
MAR 367	11	56.2	19.0	2.26	1.92	59.5	8757	25	26397				
ABR 351	12	57.5	17.7	2.12	1.80	54.0	7948	24	24740				
MAY 392	15	48.3	26.9	3.60	3.06	94.9	13967	42	19118				
JUN 380	18	46.5	28.7	3.73	3.17	95.1	13997	45	17357				
JUL 439	20	38.3	36.9	5.54	4.71	146.0	21488	68	10217				
AGO 430	20	39.1	36.1	5.31	4.51	139.8	20576	64	11819				
SEP 448	19	38.5	36.7	5.32	4.52	135.6	19958	62	12065				
OCT 414	16	44.7	30.5	4.09	3.48	107.9	15881	47	17893				
NOV 306	12	66.0	0.0	0.00	0.00	0.0	0	0	34025				
DIC 252	10	83.5	0.0	0.00	0.00	0.0	0	0	37223				

Comportamiento en el caso de inicio de consumo una vez alcanzada la I² máx. de acumulación (3 de la tarde, aprox.)

Demanda anual (MJ):	403658	Nº de captadores «N»:	217	Déficit energético (MJ):	281086
Producción anual (MJ/m²):	833			Ahorro energético (MJ):	122572
Superficie captadora (m²):	485	0 (0.30 × N)	2 66	Aportación solar (%):	30.4

Se obtiene una contribución del 30.4% (mínimo exigido según CTE) con la instalación de 66 captadores solares SOLARTERMIC HS 2.7

Una vez obtenidas las necesidades energéticas mensuales de las dos instalaciones posibles, se focaliza en la aerotérmica para su justificación frente la solar debiéndose cumplir los siguientes puntos:

- El sistema aerotérmico emite menos CO₂
- Energía primaria del sistema aerotérmico inferior.
- SPF superior a 2,5

*Se considera el rendimiento de la caldera de 92% tal y como se establece en CTE.

El método empleado es el siguiente:

Se parte de la ubicación del proyecto y según la tabla B.1 del DB HE 4 para la obtención del factor de ponderación:

DATOS POR UBICACIÓN Y TIPO SISTEMA EMPLEADO

Ubicación Oviedo
Zona Climática D

Tabla 4.1: Factor de ponderación (FP) para sistemas de Calefacción y/o ACS con bombas de caloren función de las fuentes energéticas, según la zona climática.

Fuente Energética de la bomba de calor	Factor de Ponderación (FP)				
	A	B	C	D	E
Energía Aerotérmica. Equipos centralizados	0,87	0,80	0,80	0,75	0,75
Energía Aerotérmica. Equipos individuales tipo split	0,66	0,68	0,68	0,64	0,64

FP

0,75

El factor corrector depende de la temperatura de trabajo de la unidad de producción y de la de acumulación quedando de la siguiente manera:

Tabla 4.2: Factores de corrección (FC) en función de las temperaturas de condensación, según la temperatura de ensayo del COP.

Tª de condensación (°C)	Factor de Corrección (FC)					
	FC (COP a 35°C)	FC (COP a 40°C)	FC (COP a 45°C)	FC (COP a 50°C)	FC (COP a 55°C)	FC (COP a 60°C)
35	1,00	--	--	--	--	--
40	0,87	1,00	--	--	--	--
45	0,77	0,89	1,00	--	--	--
50	0,68	0,78	0,88	1,00	--	--
55	0,61	0,70	0,79	0,90	1,00	--
60	0,55	0,63	0,71	0,81	0,90	1,00

El valor del COP nominal de la bomba de calor será el obtenido de su ensayo, según la norma que les afecte (UNE-EN 14511: 2012, UNE-EN 15316: 2010, UNE-EN 16147, etc.) y obtenido para las condiciones de temperatura que correspondan a la zona climática en la que se instale y según la aplicación a la que abastezca.

FC

1

Depende de la temperatura de trabajo de la unidad de producción y de la de acumulación

Temp. Trabajo 60
Temp. Acumulación 60

Previamente a establecer los rendimientos de los equipos en función de las temperaturas, se muestran los factores de paso los cuales vienen definidos en el documento de Prestaciones Medias Estacionales Bombas de Calor del IDAE.

Factores de conversión de energía final a primaria					
	Fuente	Valores aprobados			Valores previos (****)
		kWh E.primaria renovable /kWh E. final	kWh E.primaria no renovable /kWh E. final	kWh E.primaria total /kWh E. final	kWh E.primaria /kWh E. final
Electricidad convencional Nacional	(*)	0,396	2,007	2,403	
Electricidad convencional peninsular	(**)	0,414	1,954	2,368	2,61
Electricidad convencional extrapeninsular	(**)	0,075	2,937	3,011	3,35
Electricidad convencional Baleares	(**)	0,082	2,968	3,049	
Electricidad convencional Canarias	(**)	0,070	2,924	2,994	
Electricidad convencional Ceuta y Melilla	(**)	0,072	2,718	2,790	
Gasóleo calefacción	(***)	0,003	1,179	1,182	1,08
GLP	(***)	0,003	1,201	1,204	1,08
Gas natural	(***)	0,005	1,190	1,195	1,01
Carbón	(***)	0,002	1,082	1,084	1,00
Biomasa no densificada	(***)	1,003	0,034	1,037	
Biomasa densificada (pelets)	(***)	1,028	0,085	1,113	

Factores de emisiones de CO2			
	Fuente	Valores aprobados	Valores previos (****)
		kg CO2 /kWh E. final	kg CO2 /kWh E. final
Electricidad convencional Nacional	(*)	0,357	
Electricidad convencional peninsular	(**)	0,331	0,649
Electricidad convencional extrapeninsular	(**)	0,833	0,981
Electricidad convencional Baleares	(**)	0,932	
Electricidad convencional Canarias	(**)	0,776	
Electricidad convencional Ceuta y Melilla	(**)	0,721	
Gasóleo calefacción	(***)	0,311	0,287
GLP	(***)	0,254	0,244
Gas natural	(***)	0,252	0,204
Carbón	(***)	0,472	0,347
Biomasa no densificada	(***)	0,018	neutro
Biomasa densificada (pelets)	(***)	0,018	neutro

Resumiendo:

Factor de paso de Energía Final Eléctrica a Energía Primaria
 $1,954 \text{ kWh E. Primaria} / \text{kWh E. eléctrica final}$
 E. eléctrica final = Pot. Abs (kW)

Factor de paso de Energía Final Gas Natural a Energía Primaria
 $1,19 \text{ kWh E. Prima.} / \text{kWh E. Final}$

Factor de Emisiones CO2:
 $0,357 \text{ kg CO2} / \text{kWh E. eléctrica final}$ (Electricidad convencional nacional) $0,252 \text{ kg CO2} / \text{kWh E. final Gas Natural}$

A continuación se procede a establecer los rendimientos del equipo correspondiente a la potencia necesaria produciendo ACS (60°C):

RENDIMIENTOS EQUIPOS DE PRODUCCIÓN EN LAS DIVERSAS TEMPERATURAS MEDIAS DE TRABAJO

AQUATERMIC HT 48 EC

Producción Agua Caliente 60°C

	Días	T agua red	T Amb Med	P cal	P abs	COP	SPF	kWh eléctricos	E primaria (kWh)	kg CO2
Enero	31	6	9	47,40	11,10	4,27	3,20	3228,44	6308,36	1162,55
Febrero	28	7	10	48,20	11,10	4,34	3,26	2815,43	5501,35	1005,11
Marzo	31	9	11	49,10	11,10	4,42	3,32	2943,42	5751,45	1050,80
Abril	30	11	12	49,60	11,20	4,43	3,32	2733,76	5341,77	976,35
Mayo	31	12	15	51,90	11,20	4,63	3,48	2844,34	5167,05	944,03
Junio	30	13	18	54,00	11,20	4,82	3,62	2408,54	4706,28	859,85
Julio	31	14	20	55,30	11,20	4,94	3,70	2378,25	4647,09	849,03
Agosto	31	13	20	55,50	11,10	5,00	3,75	2399,63	4688,88	856,67
Septiembre	30	12	19	55,10	11,10	4,96	3,72	2389,29	4668,68	852,98
Octubre	31	11	16	53,10	11,20	4,74	3,56	2638,41	5155,45	941,91
Noviembre	30	9	12	50,00	11,10	4,50	3,38	2797,61	5466,53	998,75
Diciembre	31	6	10	48,20	11,10	4,34	3,26	3174,85	6203,66	1133,42

Datos de COP obtenidos de la web de rendimientos del fabricante:

<https://www.enex.it/es/calculador/>

SOLAR + CALDERA

Mes	T agua red (°C)	T ambiente (°C)	Demanda ACS + pérdidas (kWh)	Rendimiento solar (%)	Rendimiento caldera (%)	Consumo gas (kWh)	E _{res} (kWh)	Energía primaria (kWh)	Aportación gratuita (kWh)	Contribución renovable ACS (%)	Emisiones CO2 (kg CO2)
Enero	6	9,00	10389,72	0,00	0,92	11286,89	0,00	13374,24	0,00	0,00	2832,18
Febrero	7	10,00	9169,17	0,00	0,92	9965,49	0,00	11860,12	0,00	0,00	2511,55
Marzo	9	11,00	9385,00	19,00	0,92	7031,11	3492,50	9484,43	2492,50	24,01	2008,47
Abril	11	12,00	9080,00	17,70	0,92	7409,81	2207,78	8889,07	2207,78	24,91	1882,39
Mayo	13	15,00	9190,28	26,90	0,92	5772,34	3870,72	6869,09	3870,72	42,22	1454,63
Junio	13	18,00	9190,44	28,70	0,92	5240,04	3988,08	6286,36	3988,08	44,04	1320,64
Julio	14	20,00	8806,94	36,90	0,92	3084,84	5988,89	3870,96	5988,89	67,77	777,38
Agosto	13	20,00	8998,61	36,10	0,92	3668,54	5715,56	4246,56	5715,56	65,52	699,27
Septiembre	12	19,00	8895,28	36,70	0,92	3642,81	5543,89	4334,95	5543,89	62,32	671,99
Octubre	11	16,00	9381,67	30,50	0,92	5405,48	4411,39	6428,95	4411,39	47,02	1361,42
Noviembre	9	12,00	9461,39	0,00	0,92	10278,25	0,00	12225,17	0,00	0,00	2889,86
Diciembre	6	10,00	10389,72	0,00	0,92	11286,89	0,00	13374,24	0,00	0,00	2832,18
TOTAL								103944,06			21988,28

BOMBA DE CALOR

Mes	T agua red (°C)	T ambiente (°C)	Demanda ACS + pérdidas (kWh)	FP	FC	COP ACS 90°C	SPF ACS (calculado según IDAE)	SPF Global	Consumo eléctrico TOTAL (kWh)	E _{res} (kWh) + Aportación gratuita (kWh)	Energía Primaria (kWh)	Contribución renovable (%)	Emisiones CO2 (kg CO2)
Enero	6	9,00	10389,72	0,75	1,00	4,27	3,20	3,44	3228,44	7111,29	6308,96	68,75	1153,55
Febrero	7	10,00	9169,17	0,75	1,00	4,34	3,26		2815,43	6353,74	5501,35	69,29	1005,11
Marzo	9	11,00	9385,00	0,75	1,00	4,42	3,32		2943,42	6601,58	5751,45	69,66	1050,80
Abril	11	12,00	9080,00	0,75	1,00	4,43	3,32		2733,76	6346,24	5341,77	69,89	975,95
Mayo	13	15,00	9190,28	0,75	1,00	4,68	3,48		2644,34	6545,69	5167,05	71,23	944,03
Junio	13	18,00	9190,44	0,75	1,00	4,92	3,62		2408,54	6330,91	4706,28	72,95	853,85
Julio	14	20,00	8806,94	0,75	1,00	4,94	3,70		2378,25	6438,70	4647,09	73,00	849,03
Agosto	13	20,00	8998,61	0,75	1,00	5,00	3,75		2369,63	6506,98	4688,88	73,39	856,67
Septiembre	12	19,00	8895,28	0,75	1,00	4,96	3,72		2389,29	6505,98	4668,68	73,14	852,98
Octubre	11	16,00	9381,67	0,75	1,00	4,74	3,56		2639,41	6743,26	5195,45	71,88	941,91
Noviembre	9	12,00	9461,39	0,75	1,00	4,36	3,38		2797,61	6653,78	5446,53	70,40	998,79
Diciembre	6	10,00	10389,72	0,75	1,00	4,34	3,26		3174,65	7164,67	6203,66	69,29	1133,42
TOTAL										63600,56			11621,08

SPF calculado de acuerdo a la norma **EN 14825:2016**

RESULTADO FINAL

	Emissiones de CO2 (kg CO2)
SOLAR + CALDERA	21386,98
AEROTER- MIA	11621,06

	kWh
E. primaria solar + caldera	100994,06
E. primaria aerotermia	63606,56

¿ La Aerotermia emite menos CO2 ?

SI

¿Es superior la E. Primaria instalación estándar (caldera + placas) a la E. Primaria de la Aerotermia

SI

¿Es el SPF de la unidad superior o igual a 2,5?

SI

Si la respuesta a las preguntas es afirmativa, podemos prescindir del uso de la superficie de captación

EUROFRED S.A.
Cl. Marqués de Sentmenat, 97 - 08029 Barcelona - Spain
<http://www.eurofred.es>
[Facebook](#) | [Twitter](#)



Calculamos y
compensamos
nuestra huella
de carbono

PRESUPUESTO

OFERTA N° 20061137
FECHA OFERTA 29.10.19
COMERCIAL BEATRIZ INCIERTE
REFERENCIA Cuartel Siero
Tel.
Fax.

POSIBLE CLIENTE -ECP08-
CL MARQUES DE SENTMENAT 97
08029 BARCELONA
Barcelona

Tel.
Fax.
Cliente PRECLP08 C.I.F. 99999999R

Conforme a lo solicitado, nos es grato enviarle nuestra mejor oferta de los siguientes productos.

Página 1 de 3

Nº	CODIGO	DESCRIPCIÓN	UNID.	PRECIO	% DTOS.	IMPORTE
1	3IEE0006	AQUATERMIC HT 48 (CO2-ACS) + EC + ETHERN	12	47.105,00		565.260,00
2	3IBO0009	ACUMULADOR AQUATANK HC 1000L	36	2.220,00		79.920,00
3	3CSA9002	ÁNODO ELECTR. PARA <1000L. 350mm - 1/2"	36	170,00		6.120,00

PRESUPUESTO

OFERTA N°	20061137	POSIBLE CLIENTE -ECP08-
FECHA OFERTA	29.10.19	CL MARQUES DE SENTMENAT 97
COMERCIAL	BEATRIZ INCIERTE	08029 BARCELONA
REFERENCIA	Cuartel Siero	Barcelona
Tel.		Tel.
Fax.		Fax.
		Cliente PRECLP08 C.I.F. 99999999R

Conforme a lo solicitado, nos es grato enviarle nuestra mejor oferta de los siguientes productos.

Página 2 de 3

Nº	CODIGO	DESCRIPCIÓN	UNID.	PRECIO	% DTOS.	IMPORTE
4	3ICC0366	CHA/K/WP/SP 262-P ENFR.AIRE/AGUA BOMBA C Bomba de calor reversible aire-agua marca CLINT modelo CHA/K/WP/SP 262. Potencia frigorífica de 72,9kW (agua 12-7°C, temperatura exterior 35°C). Potencia calorífica de 80,3kW (agua 40-45°C, temperatura exterior 7°C). Consumo eléctrico frío/calor: 25/25,4kW. Alimentación (V/pH/Hz): 400/3/50; Estructura autoportante en acero galvanizado pintada con pintura con polvo de poliéster y paneles removibles para su mantenimiento. Compresor Scroll. Ventilador axial. Circuito frigorífico en cobre R410a con evaporador de placas en AISI 316 con resistencia anti-hielo y condensador de tubo de cobre y aleta de aluminio. Circuito hidráulico en cobre integrado en la unidad con depósito de inercia de 400L, presostato diferencial de agua, vaso de expansión de 12L y bomba de circulación con presión disponible de 110kPa. Conexión hidráulica: 2"1/2. Control elec. con microprocesador. Dimen (LxPxH):2350x1100x1920mm. Peso: 900kg. Presión sonora: 60dB(A) según ISO3744.	12	27.141,00		325.692,00

PRESUPUESTO

OFERTA N°	20061137	POSIBLE CLIENTE -ECP08-
FECHA OFERTA	29.10.19	CL MARQUES DE SENTMENAT 97
COMERCIAL	BEATRIZ INCIERTE	08029 BARCELONA
REFERENCIA	Cuartel Siero	Barcelona
Tel.		Tel.
Fax.		Fax.
		Cliente PRECLP08 C.I.F. 99999999R

Conforme a lo solicitado, nos es grato enviarle nuestra mejor oferta de los siguientes productos.

Página 3 de 3

Nº	CODIGO	DESCRIPCIÓN	UNID.	PRECIO	% DTOS.	IMPORTE
5	3IFD5145	FAN COIL CONDUCTO MED- ALTA PRESIÓN FDHD-	40	3.733,00		149.320,00
6	3IFD7008	KIT VÁLVULA 3 VÍAS PARA FDHD EC MODELOS	40	115,00		4.600,00
7	3IFD9144	CONTROL POR CABLE FCD MODBUS	40	155,00		6.200,00

TOTAL NETO €1.137.112,

TOTAL €1.137.112,

Validez oferta 29-11-2019
Forma de Pago Reposición de fondos
Plazo de entrega

En caso de CONFIRMACIÓN de esta oferta, rogamos nos la devuelva vía mail una vez firmada.


FIRMADO,

FECHA,

Sin otro particular, quedamos a su entera disposición para cuantas consultas al respecto consideren oportunas, aprovechando la ocasión para saludarles atentamente.

EECP
Eurofred España

ANEXO D: Leyenda plano (Figura 17)

NUM.	DESCRIPCIÓN	FECHA	POR
REVISIONES			
 MINISTERIO DE DEFENSA CUARTEL GENERAL DEL EJÉRCITO DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA COMANDANCIA DE OBRAS DEL MALRE NOROESTE			
CALCULADO:		PLAZA DE OVIEDO	
DIBUJADO:		ACUARTELAMIENTO CABO NOVAL	
COMPROBADO:			
PROYECTADO:		MÓDULO 205 SECCIÓN Y ALZADOS	
EXAMINADO Y CONFORME: EL CORONEL ING. COMTE.			
FECHA			
ESCALA 1/100	SIGNATURA	PROYECTO NUM.	PLANO NUM. HOJA NUM. NUM. HOJAS
ESPECIFICACIONES		NORMAS	

ANEXO E: Comparativa entre aerotermia y biomasa. Justificación placas solares.

Se establecieron unos requisitos que fueron recogidos en la **Tabla 9** de esta memoria para hacer una comparativa (que no un estudio extensivo sobre cuál de los métodos era mejor).

En esta tabla se representa de forma visual tres aspectos importantes sobre los que decidimos basar la elección de un sistema u otro. Se consultó también la guía del ministerio de industria turismo y comercio sobre biomasa. [15]

El primero la necesidad de la biomasa de almacenar combustible sólido (y el coste derivado). Esta necesidad almacenamiento supondría la construcción de un silo o la adaptación de los depósitos de gasoil. Además, no eliminaría el gasto en el mantenimiento y OCA de los silos de combustible sólido.

Las emisiones de CO₂, aunque según la investigación realizada es inferior en las calderas de biomasa, es muy baja en ambos sistemas.

Otro dato importante es el hecho de que la biomasa requiere una caldera de combustión y con la aerotermia se elimina la combustión (una caldera implica unas medidas de seguridad y antiincendios que no requiere la aerotermia).

Ante estos datos, la preferencia del personal experto del cuartel por la aerotermia se decidió seguir adelante con aerotermia.

Los datos de referencia usados para la elección de placas solares se muestran a continuación.

Cada año la energía solar fotovoltaica crece más debido a la bajada de precio de las placas (un 85% desde 2007) (**Figura 20**) y además ha aumentado su eficiencia (**Figura 21**).

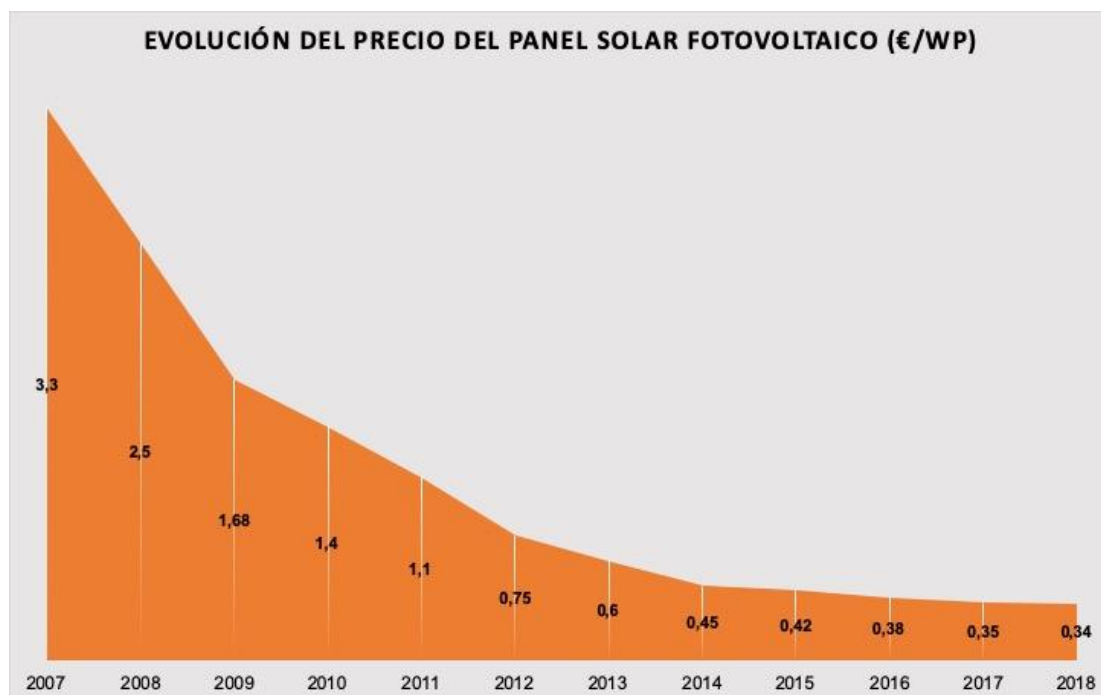


Figura 20 Evolución precio placas solares fotovoltaicas. Fuente: Web hogarsense



MEJORAS TECNOLÓGICAS EN PANELES SOLARES

Los paneles solares tienen un largo camino desde su creación en el siglo 20. El costo de producción ha mejorado dramáticamente, y la tecnología seguirá mejorando a medida que la investigación y el desarrollo avancen.

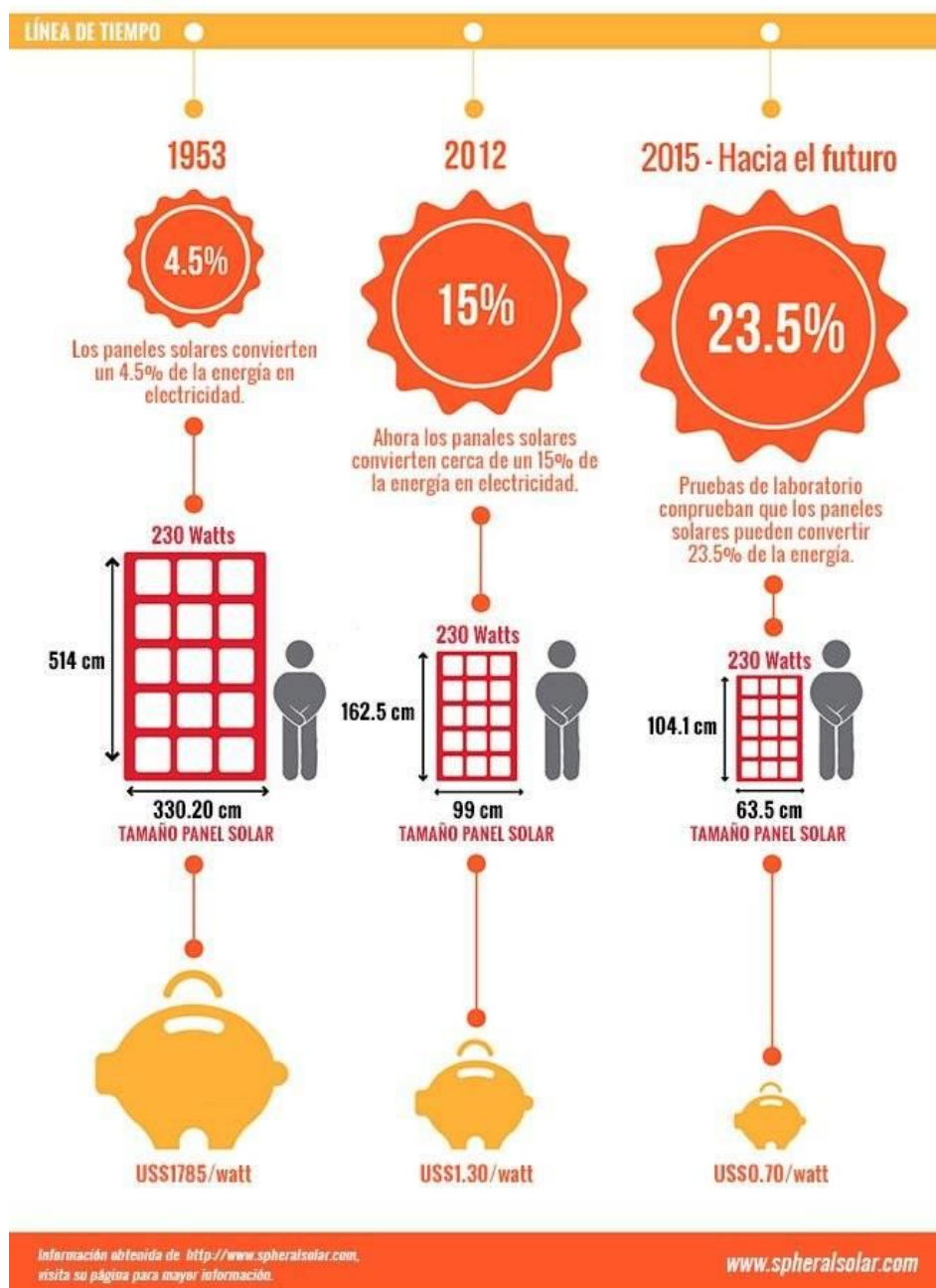


Figura 21 Mejoras tecnológicas en paneles solares. Fuente: En la imagen.

Según la página web *hogarsense*: “Desde el año 2010, el coste de la tecnología fotovoltaica ha ido disminuyendo hasta un 70% mientras que las facturas de gas y electricidad aumentan a un ritmo de un 3,5% cada año”.¹⁵

¹⁵ <https://www.hogarsense.es/energia-solar/rentabilidad-paneles-solares>

